

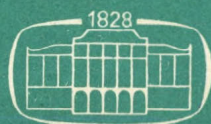
# FÖLDRAJZI TANULMÁNYOK

# 20

*Scheuer Gyula—Schweitzer Ferenc*

## *A Gerecse- és a Budai-hegység édesvízi mészkőösszletei*

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST





*A Gerecse-  
és a Budai-hegység  
édesvízi mészkő-  
összletei*

A Földrajzi Tanulmányok c. sorozat jelen kötete a Budai-hegységben és a Gerecsében előforduló édesvízi mészkőösszletek mindmáig legátfogóbb és legsokoldalúbb feldolgozása. A könyv részletesen dokumentálja a hazai mészlerakó források kémiai összetételét, és széles körű összehasonlítást tartalmaz más országok édesvízi mészkövet felhalmozó forrásainak kémiai összetételével.

A hidrológus—geomorfológus szerzőpáros munkája során feltérképezte a Budai-hegységben és a Gerecsében keletkezett édesvízi mészkőelőfordulásokat, vizsgálja azok települési viszonyait, a geomorfológiai szintekkel való kapcsolatukat, az egyes édesvízi mészkőszintek korbesorolását. Ezeket a térség geológiai, geomorfológiai, hidrogeológiai, klímátörténeti és ősrégészeti ismeretanyagaival harmonizáló, átfogó és egységes szemléletű rendszerbe illesztették. A munka a geomorfológusok és a hidrogeológusok mellett a rokонтudományok — geológia, paleontológia, ősrégészet, paleoklíma stb. — művelői számára is alapvető ismereteket és szintézist ad, emellett mindazok érdeklődésére számot tarthat, akik a két hegység természeti viszonyait behatóbban kívánják megismerni.

A munkához csatolt rétegtani táblázatok, vázlatrajzok, lelőhelyfényképek, térképek és a lelőhelyregiszter nagyban növelik a könyv értékét és használhatóságát.









*FÖLDRAJZI TANULMÁNYOK*

20

*A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA*

*FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KUTATÓ INTÉZETÉNEK*

*KIADVÁNYAI*

---

*Sorozatszerkesztő*

*MAROSI SÁNDOR*

a földrajztudomány doktora

*Szerkesztő bizottság*

*BERÉNYI ISTVÁN*

a földrajztudomány kandidátusa

*HAHN GYÖRGY*

a földrajztudomány kandidátusa

*PÉCSI MÁRTON (főszerkesztő)*

az MTA rendes tagja

*RÉTVÁRI LÁSZLÓ*

a földrajztudomány doktora

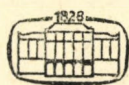
*SOMOGYI SÁNDOR*

a földrajztudomány doktora



*Scheuer Gyula — Schweitzer Ferenc*

*A Gerecse-  
és a Budai-hegység  
édesvízi  
mészköösszletei*



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1988



Lektorok

*JÁNOSSY DÉNES*

a földtudomány doktora

*JAKUCS LÁSZLÓ*

a földrajztudomány doktora

ISBN 963 05 4857 7

© Akadémiai Kiadó, Budapest 1988

Printed in Hungary



# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés . . . . .	7
2. Az édesvízi mészkőösszletek képződésének körülményei (Scheuer Gy.) . . . . .	10
2.1. Földtani és vízföldtani adottságok . . . . .	10
2.1.1. A szárazföldi karbonátos üledékképződés és mészfelhalmozódások . . . . .	10
2.1.2. Az édesvízi mészkövet lerakó források és vizek vízföldtani viszonyai . . . . .	10
2.1.3. Az édesvízi mészkövet lerakó források és vizek hőmérséklete és kémiai összetétele . . . . .	12
2.2. Az édesvízi mészkövek képződésének geomorfológiai viszonyai (Schweitzer F.) . . . . .	14
2.2.1. Állóvizekben képződött édesvízi mészkövek . . . . .	14
2.2.2. Folyóvízben képződött édesvízi mészkövek . . . . .	15
2.2.3. Szárazföldi (szupraterresztrikus) édesvízi mészkövek . . . . .	15
2.2.4. Felszín alatti mészkiválás . . . . .	17
2.2.5. Az édesvízi mészkő kiválásának formái . . . . .	17
2.3. Éghajlati viszonyok, klímaingadozások hatása az édesvízi mészkövek képződésére (Scheuer Gy.) . . . . .	18
3. Az édesvízi mészkőösszletek kifejlődése és típusaik (Schweitzer F.) . . . . .	21
3.1. Alluviális szinteken képződött tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőösszletek (Schweitzer F.) . . . . .	22
3.2. Forráskúpos típusú édesvízi mészkőösszlet (Scheuer Gy.) . . . . .	23
3.3. Völgyoldali édesvízi mészkőképződés (Scheuer Gy.) . . . . .	24
3.4. Tetarátogatás édesvízi mészkőképződés (Schweitzer F.) . . . . .	24
3.5. Vegyes típusú édesvízi mészkőösszletek (Schweitzer F.) . . . . .	26
4. Édesvízi mészkőelőfordulások mint a geomorfológiai szintek értelmezése (Schweitzer F.) . . . . .	27
5. A gerecse-hegységi édesvízi mészkőösszletek elterjedése, litosztratigráfiai tagolása (Schweitzer F.) . . . . .	31
5.1. A gerecse-hegységi édesvízi mészkőelőfordulások elterjedése, kifejlődésük, geomorfológiai helyzetük és kataszterük . . . . .	31
5.1.1. A Keleti-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai . . . . .	33
5.1.2. A Központi-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai . . . . .	37
5.1.3. A Nyugati-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai . . . . .	43
5.2. Az édesvízi mészkövek geomorfológiai helyzete . . . . .	54
5.2.1. Édesvízi mészkövek, a felsőpannóniai abráziós teraszok és a deltakavicsok kapcsolata . . . . .	58
5.2.2. Az édesvízi mészkövek és a felsőpliocén hegylábfelszínének kapcsolata . . . . .	59
5.2.3. A folyóvízi teraszok és az édesvízi mészkőszintek kapcsolata . . . . .	60
5.2.4. Kavics konglomerátumok mint geomorfológiai szintek és értelmezésük . . . . .	61
5.3. Az édesvízi mészkövek kormeghatározása geológiai-geomorfológiai, biosztratigráfiai, paleomágneses és abszolút kronológiai ( $C^{14}$ , Th/U, ESR) módszerek alapján . . . . .	62



5.4. Az édesvízi mészkőösszletek képződése és a domborzat fejlődése a felsőpannóniai alemelettől a holocénig . . . . .	67
5.5. Paleokarsztvízföldtani viszonyok rekonstrukciója a felsőpannóniai alemelettől napjainkig . . . . .	69
6. A budai-hegységi édesvízi mészkőösszletek elterjedése, litosztratigráfiai tagolása (Scheuer Gy.) . . . . .	72
6.1. A budai-hegységi édesvízi mészkövek kifejlődése, geomorfológiai helyzete és katasztere . . . . .	72
6.1.1. Széchenyi-hegyi-szabadság-hegyi előfordulások . . . . .	72
6.1.2. Német-völgyhöz kapcsolódó előfordulások . . . . .	76
6.1.3. Ördög-árók völgyéhez kapcsolódó előfordulások . . . . .	77
6.1.4. A Solymári-völgyhöz kapcsolódó előfordulások . . . . .	80
6.1.5. A Dera-patakhoz kapcsolódó előfordulások . . . . .	82
6.1.6. A Duna völgyéhez kapcsolódó előfordulások . . . . .	84
6.2. A Budai-hegység karsztvízföldtani viszonyainak fejlődéstörténete a felsőpannóniai alemelettől a holocénig az édesvízi mészkőszintek alapján . . . . .	87
6.2.1. A jelenkori hévízes karsztforrások vízföldtani áttekintése . . . . .	88
6.2.2. A karsztforrások hidrodinamikai rendszere . . . . .	89
6.3. A hévforrások paleo-karszthidrogeológiai viszonyainak vizsgálata . . . . .	90
6.3.1. A felsőpannóniai karszthidrodinamikai rendszer . . . . .	90
6.3.2. Az édesvízi mészkövet lerakó források kapcsolata a szerkezeti viszonyokkal . . . . .	92
6.3.3. A paleo-karszthidrodinamikai rendszer fejlődésmenete . . . . .	92
7. Felsőpannóniai abrázios teraszok, heglábfelszínek, folyóvízi teraszok és az édesvízi mészkövek kapcsolata (Scheuer Gy.) . . . . .	96
8. A Budai-hegység felsőpannóniai alemelet utáni fejlődéstörténete és szerkezeti mozgásfázisainak meghatározása az édesvízi mészkövek képződésének fázisai alapján . . . . .	99
9. A budai-hegységi édesvízi mészkövek kormeghatározása, geológiai-geomorfológiai, biosztratigráfiai és abszolút kronológiai ( $C^{14}$ , Th/U, ESR) tagolása (Scheuer Gy.) . . . . .	102
10. A Gerecse- és a Budai-hegység édesvízi mészkőösszletei ipari hasznosításának lehetőségei, különös tekintettel a díszítőké kutatás lehetőségeire (Schweitzer F.) . . . . .	106
10.1. Az édesvízi mészkövek osztályozása építőipari szempontból (Scheuer Gy.) . . . . .	107
10.2. Prognosztikus készletek meghatározása az édesvízi mészkőtömbök területén (Scheuer Gy.—Schweitzer F.) . . . . .	109
11. Problémák és vitás kérdések (Scheuer Gy.—Schweitzer F.) . . . . .	115
Irodalom . . . . .	117
Melléklet . . . . .	131



## 1. Bevezetés, célkitűzés

Magyarországon túlnyomó részben a karsztos hegységekhez vagy hegységrészekhez kapcsolódva gyakoriak az édesvízi mészkövek. A kataszterezés szerint az önálló előfordulások száma meghaladja az ötszázat. Egyes hegységeknél a vizsgálatok szerint kiemelkedő jelentőségűek régészeti, faunisztikai és a felszínfejlődési folyamatok megismerése szempontjából. Keletkezésük általában a karszt- és karsztos hévforrások lerakódásainak tekinthető.

Pécsi M. szakmai irányításával és támogatásával több mint egy évtizede folynak megfigyelések és kutatások a hazai édesvízi mészkövekkel kapcsolatosan. Ennek során tovább fejlesztették a korábbi ismereteket kronológiai, geomorfológiai, paleoklimatológiai és paleohidrogeológiai vonatkozásban egyaránt.

A hazai édesvízi mészkövek tanulmányozása alapján megállapítható, hogy különböző típusú édesvízi mészkőfelelések léteznek, amelyeknél nagyfokú változékonyság figyelhető meg. Ez más kőzetfeleléseknél nem tapasztalható, vagy csak nagyon ritkán. Hol kemény, tömör, rétegzetlen, hol laza, rétegzett stb. vagy közbetelepülő üledékek tagolják. Ez összefüggésbe hozható a kőzetet lerakó források genetikai viszonyaival, továbbá a forrásvíz kémiai összetételével, főleg az oldott kalcium mennyiségével, a források geomorfológiai helyzetével és a környezeti adottságokkal.

A Budai- és Gerecse-hegység területén és azok peremi részein ismeretes édesvízi mészkőelőfordulások sora az alsópannoniai alemelet utáni időszak legjelentősebb és legelterjedtebb üledékeinek egyike. Vizsgálataink szerint 100 db-nál több önálló, kisebb-nagyobb kiterjedésű előfordulás mutatható ki, amelyek közül több előfordulás díszítő- és építőköként hasznosítható.

A nagy vastagságú és legtöbb esetben nagy kiterjedésű képződmények már korán felhívták a területtel foglalkozó szakemberek figyelmét egyrészt a bányászati, másrészt a vízföldtani és felszínfejlődési folyamatok vizsgálata szempontjából.

Az édesvízi mészkövek képződését minden esetben a források működésével hozták kapcsolatba, megállapítva, hogy azok az egykori feltörési magasságokban jöttek létre, rögzítve egykori feltörési helyüket. Egyes kutatók — Schréter Z. (1912a, b, 1953, 1958), Jakucs L. (1950b), Schafarzik F. (1920a) — ezen túlmenően felvázolták a források fejlődéstörténetét a miocéntől a holocénig.

Az édesvízi mészkövek származásukat tekintve szorosan kapcsolódnak a karsztvízföldtani viszonyok változásához, fejlődéséhez. Miután lepusztulásuk miatt túlnyomó részben hiányoznak a geomorfológiai szintjelző üledékek (abráziós kavicsok, terasz kavicsok, hegylábi felszínek korrelatív üledékei stb.), amelyeknek segítségével megfelelő pontossággal tudnánk rekonstruálni a két hegység ősföld-



rajzi képét, változásait a miocén utántól napjainkig, előtérbe került az édesvízi mészkőösszletek vizsgálata (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1970b, 1973).

Gyakori elterjedésükkel bizonyos magassági szintekben való megjelenésük és ezek egymáshoz való viszonya, továbbá kifejlődésük és az összletekben újabban ismertté vált fauna és flóra anyag segítségével lehetőség nyílik arra, hogy a Budai- és a Gerecse-hegység felszínfejlődésére vonatkozóan új megállapítások és értékelések történjenek.

Ehhez a korábbi vizsgálatokon és megállapításokon túlmenően (Cholnoky I. 1937, 1940; Dornay B. 1925; Ferenczy I. 1925, 1926; Ferencz K. 1953; Földvári A. 1931, 1934; Fülöp J. 1954, 1958; Gidai L. 1968, 1969; Jakucs L. 1948a, b, 1950a, b; Jaskó S. 1939, 1943, 1959; Jánossy D. 1961, 1971, 1978; Kerekes J. 1937; Kormos T. – Schréter Z. 1915; Kéz A. 1934; Koch A. 1900; Kretzoi M. 1953; Láng S. 1955, 1956; Liffa A. 1904, 1907, 1909; Pécsi M. 1955, 1959b; Schafarzik F. 1920a; Schréter Z. 1953; Szádeczky K. E. 1939; Vigh G. 1943; Vigh Gy. 1925), a legújabb karsztvízföldtani (Alföldi L. – Lorberer Á. 1976; Alföldi L. – Böcker T. – Lorberer Á. 1977; Jakucs L. 1968, 1971b), földtani és tektonikai (Jámbor Á. és mtsai 1966; Jámbor Á. 1968, 1980; Kriván P. 1959, 1964; Rónai A. 1973, 1977; Szentés F. és mtsai 1968; Wein Gy. 1973, 1977), geomorfológiai (Pécsi M. 1963, 1973, 1978; Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1978, 1982; Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1970b, 1972, 1974a, 1978) és őslénytani (Jánossy D. 1969; Kretzoi M. 1969, 1978; Kretzoi M. – Pécsi M. 1979; Krolopp E. 1965; Krolopp E. és mtsai 1976; Skoflek I. – Budó V. 1968; Vértes L. és mtsai 1964; Vítális Gy. – Hegyi I.-né 1974, 1982) eredmények, amelyek sok vonatkozásban továbbfejlesztették a korábbi ismereteket, új, eddig kevésbé feltárt összefüggésekre világítottak rá, valamint jelentősen előrevitték a Budai- és a Gerecse-hegység fejlődéstörténetére vonatkozó eddigi ismereteinket, különös tekintettel a pliocénre és a negyedidőszakra.

A Budai-hegységgel foglalkozó irodalomban még több helyen találunk utalásokat az édesvízi mészkövek előfordulási helyeire, amelyek azonban Schréter Z. (1953) összefoglaló tanulmányában nem szerepelnek. Erre vonatkozóan nagyon értékes előfordulási helyek adatait találjuk meg a Horusitzky H. (1939), valamint Szentés F. és mtsai (1968) által közölt földtani térképeken.

Az édesvízi mészkövek korára és keletkezési körülményeire – a bennük talált gerinces fauna- és molluszkamaradványok alapján – Kretzoi M. (1955, 1959, 1964, 1969, 1978), Kretzoi M. és Pécsi M. (1979), Pécsi M. (1959b, 1973), Jánossy D. (1969) és Krolopp E. (1961, 1965) kutatáseredményei és szóbeli közlései utalnak, bővítve ezzel ismereteinket.

Terepmunkálataink során felkerestük az irodalomban szereplő édesvízi mészkő-előfordulásokat. Részletesen vizsgáltuk az édesvízi mészkövek településviszonyait, geomorfológiai helyzetüket, szerkezetüket és kifejlődésüket. Célul tűztük ki a budai- és a gerecse-hegységi édesvízi mészkőelőfordulások kataszterének összeállítását is. A Budai-hegységre vonatkozóan ezt már korábban (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1974a) közöltük. A gerecse-hegységi édesvízi mészkőelőfordulások kataszterét e helyen közöljük először.

Megkísérjük felvázolni az egyes területek paleogeomorfológiai, paleokarszt-hidrogeológiai fejlődéstörténeti vázlatát is, az alsópannóniai alemelet felső részétől kiindulva. Célul tűztük ki továbbá az édesvízi mészköveknek, mint geomorfológiai



szinteknek sztratigráfiai és geokronológiai helyzete megállapítását, és az alsó-pannóniai alemelettől napjainkig tartó időskálában való elhelyezését.

E munka lényegében részét képezi az utóbbi évtizedben kialakuló komplex édesvízi mészkőösszetétel vizsgálatoknak és feldolgozásoknak. A vízföldtani, földtani, geomorfológiai, paleontológiai, paleobotanikai, régészeti, geokronológiai eredményeken túlmenően az édesvízi mészkő népgazdaságilag fontos építőipari nyersanyagként történő hasznosításához is megfelelő alapot szolgáltat.

A teresztrikus földtörténet egyik jellemzője, hogy sokkal inkább vagy legalábbis ugyanolyan mértékben foglalkozik a geomorfológiai felszínekkel, mint az üledék-komplexumokkal, illetve ugyanolyan súllyal dolgozza fel a miocén utáni földtörténet-rekonstrukciónál. Ehhez a kutatáshoz más diszciplinák adatszolgáltatását — klimatológia, izotóp- és hasadóanyagfizika, geofizika, paleontológia, paleobotanika, régészet stb. — fokozott mértékben veszi igénybe és jut el ahhoz a szintézishez, mely speciálisan a teresztrikus földtörténet követelménye.

Tulajdonképpen ezek a szempontok vezettek arra, hogy amikor a budai-gerecse-hegységi édesvízi mészkövek értékelését, valamint e képződmények alapján a hegységek felsőkainozóos geomorfológiai, paleohidrogeológiai fejlődéstörténeti szintézisének vázát kíséreljük megadni, azt a geomorfológus és a hidrogeológus közösen állítja össze.



## 2. Az édesvízi mészkőösszletek képződésének körülményei

### 2.1. Földtani és vízföldtani adottságok

#### 2.1.1. A szárazföldi karbonátos üledékképződés és mészfelhalmozódások

Az édesvízi mészkövek a szárazföldi üledékek csoportjához tartoznak. Ezen belül megkülönböztethetők:

1. hasadék kitöltések és bevonatok,
2. barlangi karbonátüledékek,
3. forrás lerakódások,
4. állóvízben (lagúna, tó, mocsár) képződött karbonátos kőzetek,
5. folyóvízben képződött mészkövek.

Ezeknek az üledékeknek számos változata fordul elő a természetben. Keletkezésük különböző genetikai adottságokra vezethető vissza. A felsorolt üledékcsoporton belül itt kizárólag csak azokkal kívánunk foglalkozni, amelyek keletkezése közvetve vagy közvetlenül forrásműködéssel áll kapcsolatban. Vagyis, ahol a kivált édesvízi mészkövek anyagát a felszín alatti vizek oldották ki a tározó kőzetekből és hozták magukkal a felszínre, majd itt meghatározott fizikai-kémiai folyamatok hatására ismét kicsapódtak, minőség és kifejlődés szempontjából új kőzettípust hoztak létre.

Az édesvízi mészkő meghatározott kémiai és fizikai feltételek között keletkezik. E dolgozat keretében a mészüledékek keletkezésének részletes vizsgálata nem célunk. Ez a folyamat A. Bögli (1978), J. Pia (1953), H. M. Chittenden (1933), Cholnoky J. (1940) kutatási eredményeiből jól ismert.

#### 2.1.2. Az édesvízi mészkövet lerakó források és vizek vízföldtani viszonyai

Az édesvízi mészköveket nagyon különböző genetikájú források rakhatják le (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1972, 1978). A forrásokra jellemző főbb vízföldtani adottságokat az 1. táblázatban foglaltuk össze, figyelembe véve mindazokat a meghatározó tényezőket, amelyek valamilyen formában befolyásolják vagy befolyásolhatják az édesvízi mészkőképződést. Ilyen tényezőknek tekintettük a vízhozamot, a hidrodinamikai adottságokat, az erózióbázishoz viszonyított kilépést, a víz eredetét, a fakadás körülményeit és annak geomorfológiai viszonyait.

A mellékletben lévő táblázatban foglaltakhoz csak a víz eredete, származása részhez kívánunk kiegészítést tenni.

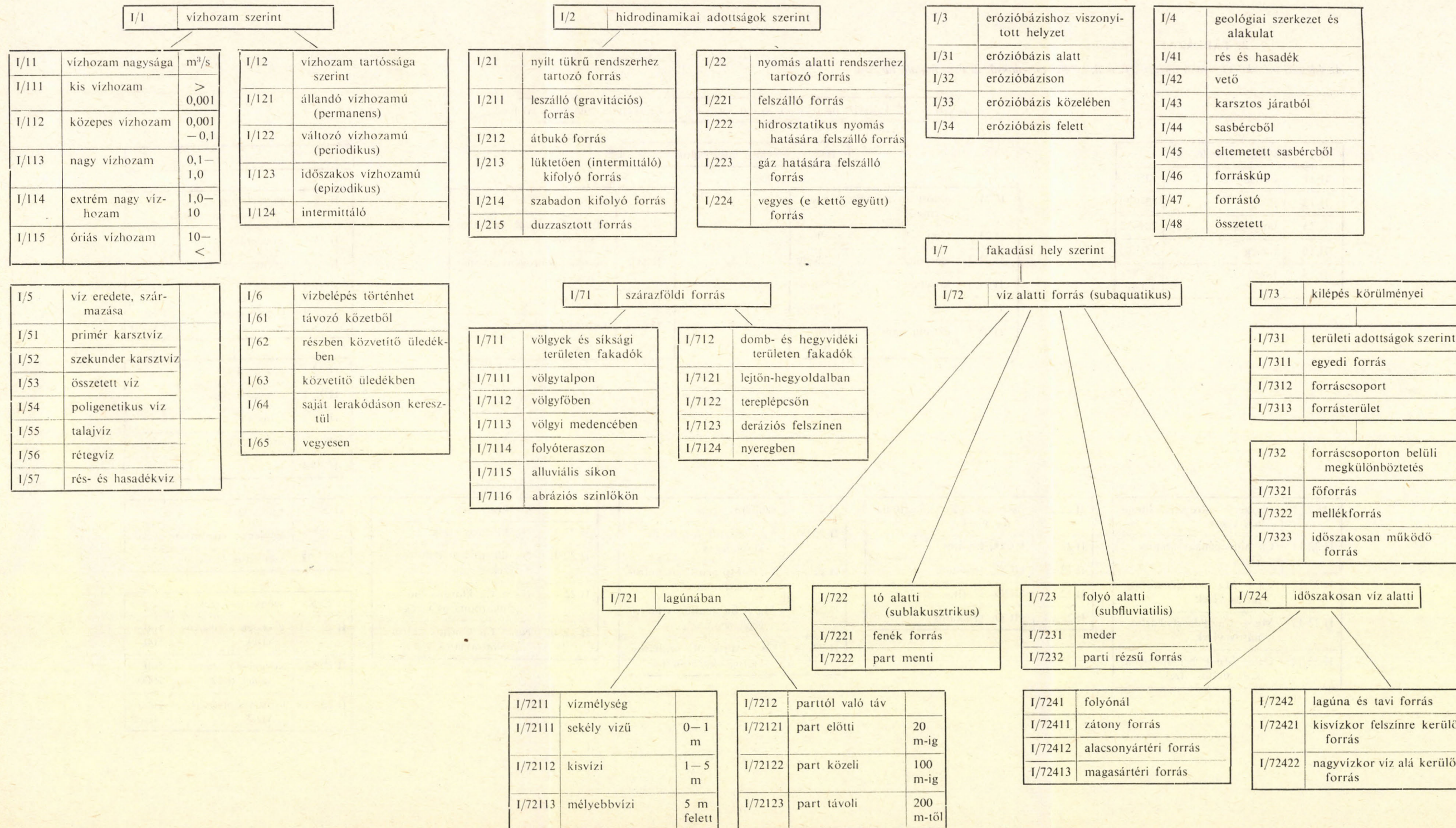
*Primer karsztvizek* alatt értjük azokat a hideg vizeket, amelyek karsztos hegységben lépnek a felszínre és más típusú vizekkel semmiféle kapcsolatuk nincs. *Szekun-*



# 1. TÁBLÁZAT

Az édesvízi mészkövet lerakó források vízföldtani osztályozásának összefoglaló táblázata

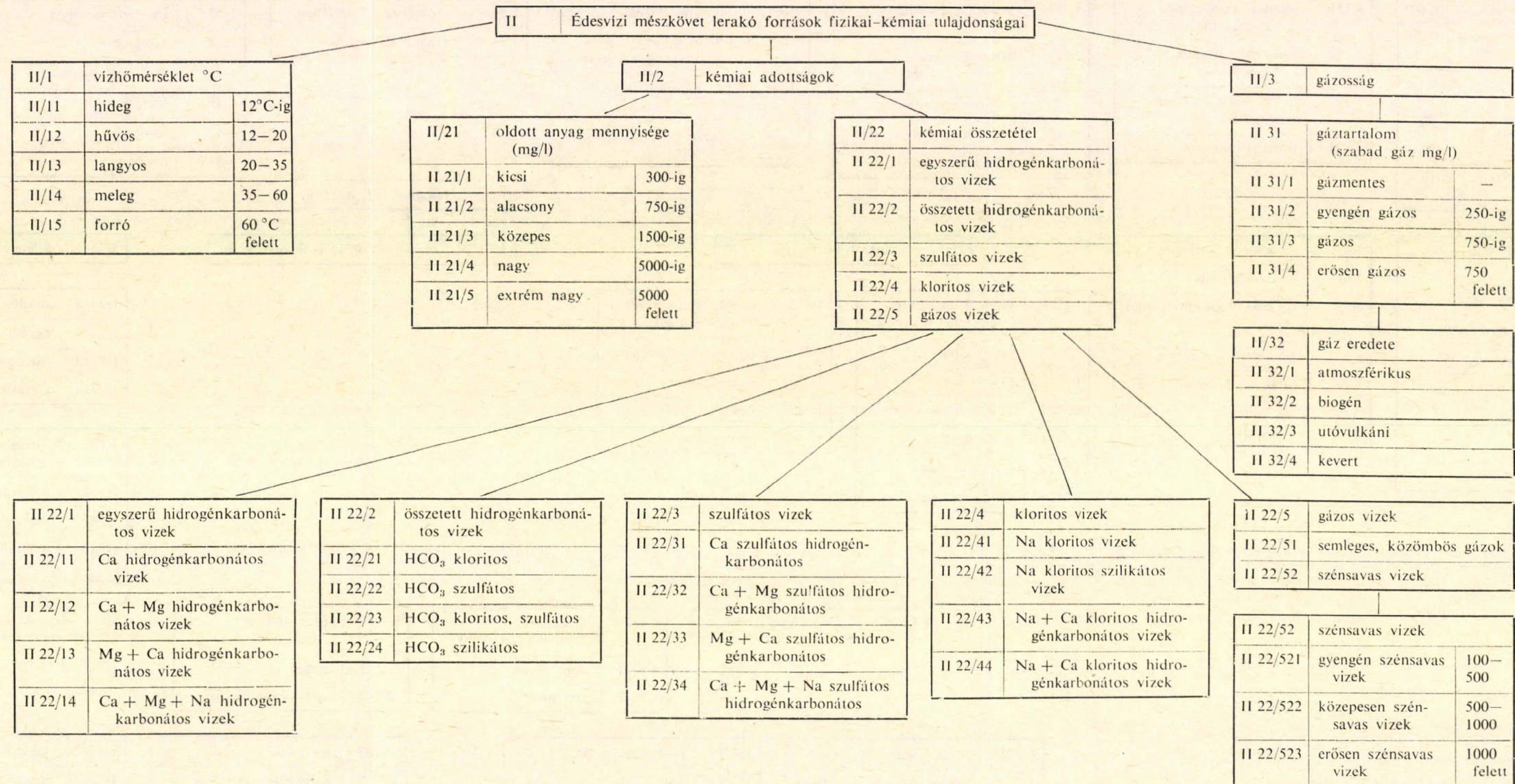
## I. Édesvízi mészkövet lerakó források vízföldtani osztályozása





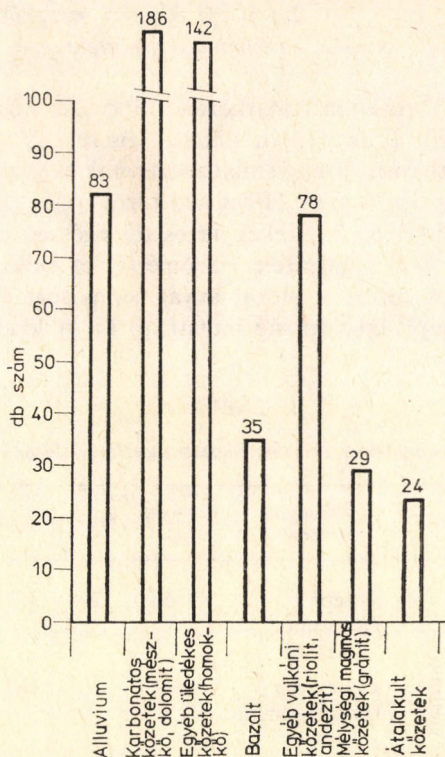
## 2. TÁBLÁZAT

Az édesvízi mészkövet lerakó források fizikai, kémiai tulajdonságait összefoglaló táblázat





1. ábra. Az édesvízi mészkövet lerakó források tározó kőzet szerinti megoszlása több, mint 400 eset feldolgozása alapján



der karsztvizeknek azokat a vizeket tekintettük, amelyek nem közvetlenül a karbonátos kőzetből lépnek a felszínre, hanem valamilyen közvetítő üledéken keresztül, de a víz származás tekintetében karsztvíz. Összetett vizek azok, amelyek két eltérő vagy hasonló vizek keveredéséből jönnek létre. Ilyen összetett vizek a langyos karsztos hévizek, amelyek egy meleg, oldott sókban gazdag hévíz és egy hideg karsztvíz keveredéséből jönnek létre (pl. Kácsi-források). A poligenetikus vizek pedig gázosak és többféle kialakulási fázison keresztül keletkeztek. Ásványi sótartalmuk rendszerint nagy (2000 mg/l felett).

Statistikusan feldolgoztuk több száz édesvízi mészkövet lerakó forrás víztartó kőzetének előfordulási gyakoriságát (1. ábra). Ebből megállapítható, hogy az uralkodó víztartó kőzet a mészkő és dolomit, de egyéb kőzetekből fakadó források is jelentős számban vannak, így pl. homokkőből, bazaltból stb. Ezért az a következtetés vonható le, hogy nemcsak a karbonátos kőzetekből származó vizek raknak le édesvízi mészkövet, hanem egyéb kőzetekből fakadó – nem karsztvizek – források is. Tehát a mészlerakó források nem szűkíthetők le csak a karsztvizekre.



### 2.1.3. Az édesvízi mészkövet lerakó források és vizek hőmérséklete és kémiai összetétele

A forrásokra vonatkozóan több ezer hőmérsékleti és vízkémiai elemzést gyűjtöttünk. Ezek alapján állítottuk össze a 2. táblázatot (1. mell.). Megállapítható, hogy vízhőmérséklet, kémiai adottságok és gáztartalom tekintetében nagy változatosság figyelhető meg. Hidegvízű forrásoktól (Borszék 6–7 °C) kezdve különböző hőmérsékleti értékeken keresztül egészen a forróig (Hammam Meskoutine 98 °C, 1. kép) mindenféle vízhőmérséklet előfordul.

A források oldott anyagmennyisége és kémiai összetétele vonatkozásában is nagy változatosság mutatható ki. A lerakódási képesség, illetve hajlam azonban

### 3. TÁBLÁZAT

Néhány ismert, recens édesvízi mészkövet lerakó forrás kémiai összetétele

Hely	Előfordulás megnevezés	Na + K mg/l	Mg++	Ca++	S <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl -	SiO <sub>2</sub>	Szabad CO <sub>2</sub>	Vízhő- fok °C
Szovjetunió	Szibéria Travertinó forrás	1356	170	352	5,0	4840	365	148		18
	Kamcsatka Tyimonovszkij- forrás	665	70,5	167	446	1122	502	217		48
	Kamcsatka Medvezsij- forrás	67	129	95	113	915	59	113	2	26
USA	Yellowstone park Kleopatra-forrás	181	73	307	439	628	179	51,7		82
	Butte-forrás	80	63	232	61	1249	31	33,0		73
Új- Zéland	Kamó-forrás	206	119	216	23	1180	224	136		25,5
Szlovákia	Ruzsba fürdő	55,9	109,4	393,2	372	1384	21,4	17,6	360	22
	Kráter-forrás Gyügy	1026	139	484	536	3099	549	19,3	1460	28
	Szántó	726	113	378	198	2882	213	266	956	20
Románia	Borszék Kossuth-forrás	305	158	457	5,0	3654	78		1986	7,5
	Kiskalán	36	43	124	23	628	19		117	29
	Szentgyörgy- fürdő	2453	115	337	49	4355	1900		836	13



#### 4. TÁBLÁZAT

*Az egri és az olaszországi Tivoli-források vízösszetételének összehasonlító adatai*

	Egri tükörforrás			Tivoli Albule-forrás		
	mg/l	mgee	ee %	mg/l	mgee	ee %
Na+K	22,5	0,98	13,8	128,3	5,86	12,9
Ca	90,0	4,49	63,4	590,6	29,55	65,2
Mg	20,5	1,61	22,7	119,7	9,91	21,8
Cl	8,0	0,22	3,12	193,02	5,43	12,1
SO <sub>4</sub>	31,6	0,65	9,17	755,8	15,7	35,2
HCO <sub>3</sub>	378,2	6,2	87,57	1433,4	23,5	52,6
SiO <sub>2</sub>	12,5			19,4		
Szabad CO <sub>2</sub>	93,3			784,9		
H <sub>2</sub> S				14,82		
pH	6,95			6,5		
Víz hőmérséklet °C		30,9		22		

a megfigyelések szerint az egyszerű (2. kép) és összetett hidrogénkarbonátos vizeknél a legnagyobb. Fokozza a vizek oldott sótartalmát, ha ezek szénsavtartalma is nagy. A szulfátos és kloridos vizek közül csak olyan típusok vannak, amelyek az uralkodó kationok és anionok mellett jelentős mennyiségben tartalmaznak még kalciumkarbonátot is. Ezek származásilag rendszerint poligenetikus vizek.

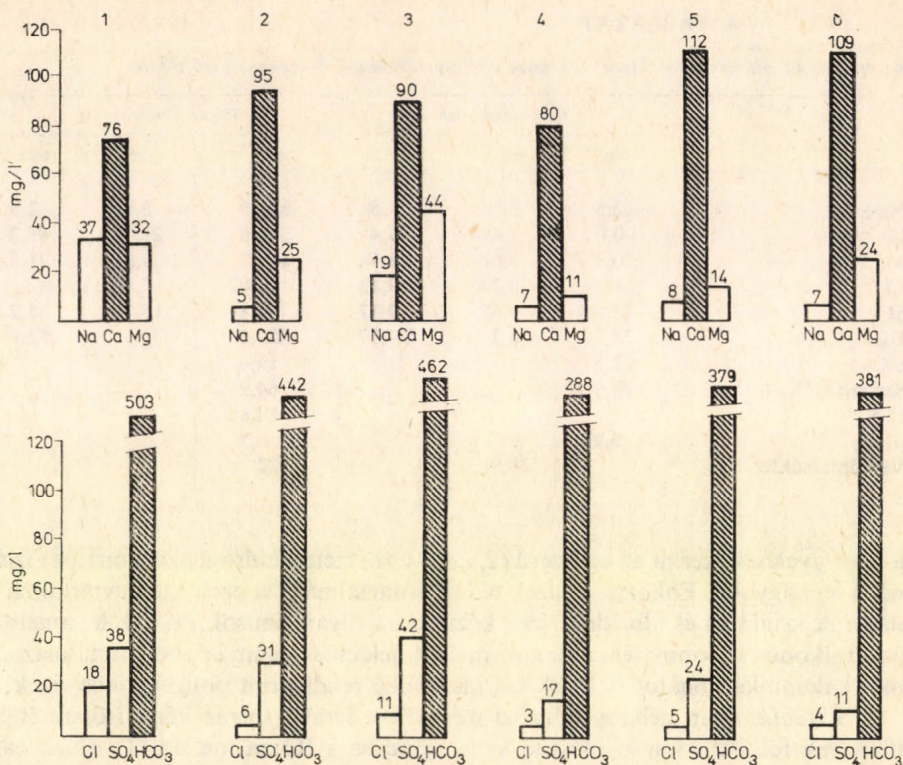
A 3. táblázatban néhány édesvízi mészkövet lerakó forrás kémiai összetételét tüntettük fel. Az édesvízi mészkő *locus typicus*a a Róma melletti Tivolinál van. Ott ma is mészből gazdag, kénes források törnek fel. Összehasonlításként közöljük a források kémiai összetételét, az egri forrásokéval együtt. A két elemzés eredményéből látható, hogy a Tivoli-forrás mésztartalma több, mint hatszorosa az egriekének (4. táblázat). Ezért felhalmozódási képessége jelentősen meghaladja az egriekét. Így potenciálisan nagyobb és gyorsabb felhalmozódás történhet a Tivoli-forrásoknál abban az esetben, ha a környezeti feltételek ezt elősegítik. Ezt igazolják a nagy és kiterjedt édesvízi mészkőelőfordulások a környékén. Természetesen nem állapítható meg a források kalciumkarbonát-tartalma és az akkumuláció között ilyen szoros kapcsolat, mert a környezeti feltételek — a geomorfológiai helyzet, éghajlat, növényzet stb. — elősegíthetik vagy gátolhatják a mészfelhalmozódást. Így előadódhat olyan helyzet, hogy kisebb mésztartalmú víz nagyobb előfordulást hoz létre, mint a nagyobb mésztartalmú.

A hazai karsztvizek nem tartoznak a nagy, oldott sótartalmú vizek közé. Statisztikusan feldolgoztuk a rendelkezésre álló több ezer vízvizsgálati eredményt, három csoportra osztva.

A hidegvizek (12 °C-ig) összetételét egyes hegységekre bontva a 2. ábrán tüntettük fel. A 3. ábrán a langyos, a 4. ábrán pedig a meleg és forró vizek összetételét mutatjuk be.

Az összehasonlítás alapján a hideg karsztvizeknél határozott különbség mutatható ki a Dunántúl és az ÉK-i országrész tájegységei között. A langyos karsztvizeknél a hőmérséklet emelkedésével nő a vizek oldott sótartalma. De ezt a növekedést döntően nem a főlegyrészek (Ca, Mg, HCO<sub>3</sub>), hanem a hideg karsztvizek-





2. ábra. A hazai hideg karsztvizek (12 °C) hat fő elemének vízföldtani, tájegységenkénti koncentráció átlagai mg/l-ben. 1 = Villányi-hegység; 2 = Mecsek; 3 = Dunántúli-középhegység; 4 = Bükk; 5 = Aggteleki-hegység; 6 = Szendrő-Szalonnai-karsztvidék

nél alárendelt szerepet játszó Na-, Cl-, SO<sub>4</sub>-ionok mennyiségének fokozódása okozza. A *meleg* karsztvizeknél tovább fokozódik az oldott sótartalom és karsztvízföldtani területegységenkénti karakter válik uralkodóvá.

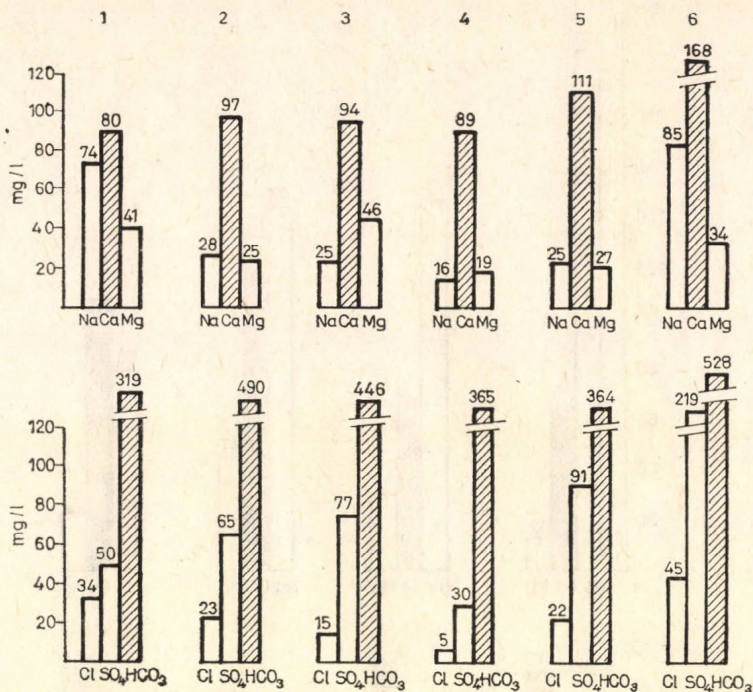
## 2.2. Az édesvízi mészkövek képződésének geomorfológiai viszonyai

Az édesvízi mészköveket lerakó források kilépési helyeinek eltérő geomorfológiai viszonyai miatt a mészkiválások eltérő geomorfológiai szinteken történhetnek. Így pl. állóvízben, folyóvízben, száraz felszíneken – alacsony teraszokon, tavi színlőkön, tengeri abrázios felszíneken, deráziós lépcsőkön, hegylábi felszíneken stb. – és édesvízi mészkőben képződött barlangokban és járatokban, amelyek már átmenetet mutatnak a barlangi kiválások felé.

### 2.2.1. Állóvizekben képződött édesvízi mészkövek

Ide tartoznak a *lagunában*, *tóban* vagy *mocsárban* képződött édesvízi mészkövek. Ilyen típusú lerakódások abban az esetben jönnek létre, ha az állóvizeket olyan





3. ábra. Langyos karsztvizek (35 °C-ig) hat fő elemének vízföldtani, tájegységenkénti koncentráció átlagai mg/l-ben (1–6 mint a 2. ábránál)

források táplálják, amelyek közvetlenül ezekben fakadnak (fenéken) vagy vizük befolyik. Így a kivált karbonátanyag túlnyomó részben a mélyből felhozott oldatokból származik.

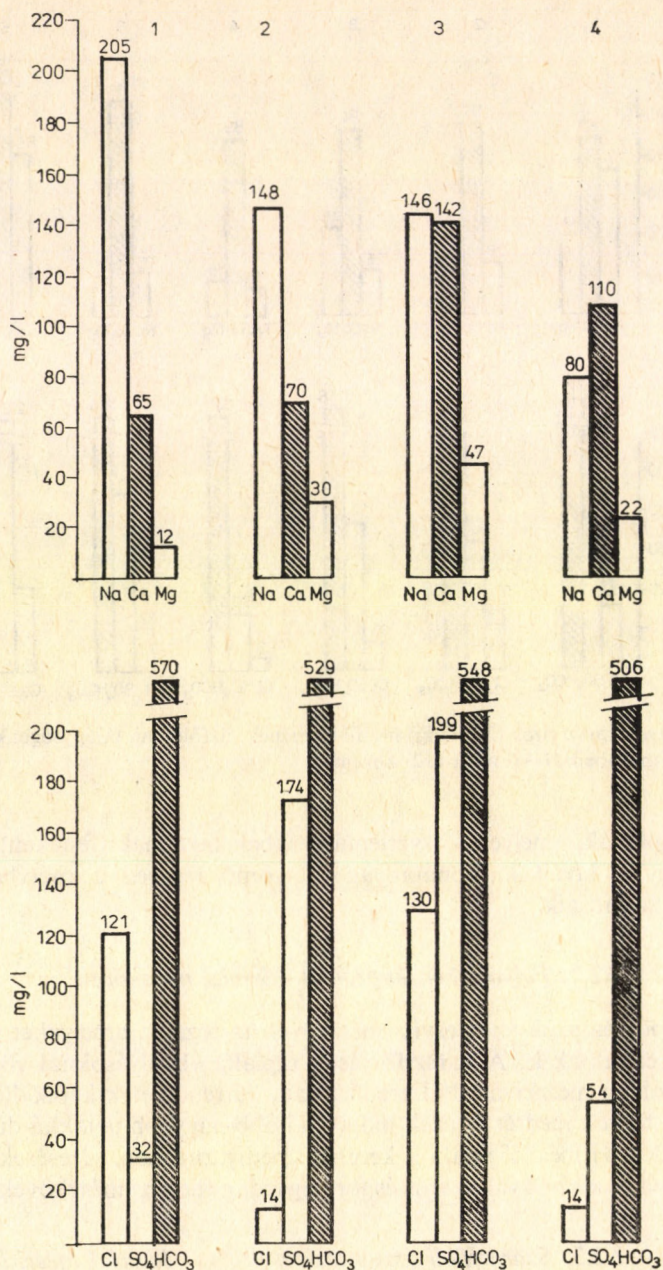
### 2.2.2. Folyóvízben képződött édesvízi mészkövek

Ebbe a csoportba azok az édesvízi mészkövek tartoznak, amelyeket folyók vagy patakok vizei raktak le. A karsztforrások táplálta vízfolyásoknál völgyük egyes szakaszain olyan mészkiválásból eredő gátak, gátrendszerek képződtek, amelyek elgátolják a folyók medrét és ezek mögött kisebb-nagyobb tavakká duzzad vissza a víz. Az édesvízi mészkőgátakon keresztül pedig zugokon, vízeséseken hullik le a víz. Ezeknél rendkívül változatos és formagazdag édesvízi mészkövek képződtek.

### 2.2.3. Szárazföldi (szupraterresztrikus) édesvízi mészkövek

Ezek tekinthetők a legtipusosabb forráskiválásoknak, mert túlnyomó részben a forrás feltörési helyek környezetében, geomorfológiai szinteken halmozódtak fel. Egyes forrásoknál hatalmas kúpok keletkeztek (100–200 m Ø-jű, 80 m magaságú), máshol a vízkilépés helyétől függően, a forrás alatti lejtőkön rakódott le az édesvízi mészkő. Legismertebb és legszebb alakulatok az ún. tetarátá gátak és





4. ábra. Meleg karsztvizek (35 °C felett) főlegyrészeinek vízföldtani, tájegységenkénti koncentráció átlaga mg/l-ben (1–4 mint a 2. ábránál)



medencék, amelyeknek számos típusa és formája különböztethető meg. Ebbe a típusba tartoznak a Yellowstone-parki Mammut- és a törökországi Pamukkalei-forrás világhírű lerakódásai (3. kép).

#### 2.2.4. Felszín alatti mészkiválások

Az édesvízi mészkövekben primer és szekunder eredetű üregek, járatok, barlangok képződtek, illetve képződnek. A *primer formák* közé tartoznak az ún. beboltozódásos üregek, amelyeket tufabarlangokként említ az irodalom (A. Bögli 1978). Ezek nem oldódással keletkeztek, hanem a gyors édesvízi mészkőképződés során jöttek létre olyan formában, hogy egyes helyeken az átboltozódás révén kisebb-nagyobb részek kimaradtak az üledékképződésből, és fokozatosan bezárultak. A legismertebb ilyen hazai barlang Lillafürednél van. A *szekunder eredetű* üregek már oldódás útján keletkeztek, mégpedig a már lerakódott édesvízi mészkőben a feltörő forrásvizek oldása révén. Ismertebbek a budai várhegyi barlangok. Ezekben a különböző genetikájú üregekben – karsztos járatokban – a vizek a barlangokban előforduló, azokkal egyező kalciumkarbonát kiválásokat és lerakódásokat hoztak létre. Ismeretesebb cseppkövek, oldalfalbevonatok és bekérgeződések. Ezek másodlagos kiválásoknak tekinthetők.

#### 2.2.5. Az édesvízi mészkő kiválásának formái

A forrásvizek által oldott állapotban szállított mészsanyagok megfelelő körülmények között kicsapódnak és felhalmozódnak (lásd 2. fejezet). Az oldatból való kiválás történhet: *közvetlenül* vagy *közvetett* módon. A közvetlen kicsapódás a forrásvizek fizikai állapotának megváltozása miatt következik be, ez az ún. vegyi kiválás. Közvetett mészkiválásról akkor beszélünk, ha azt különböző élő szervezetek végzik. Ennek megfelelően az édesvízi mészkő keletkezhet közvetlenül vegyi kiválással, de felhalmozódhat növények közreműködésével, közvetett úton is. Rendszerint azonban egy-egy összlet keletkezésénél két kiválási forma együttesen mutatható ki.

A *vegyi kiválásból* eredő édesvízi mészkövek rendszerint a nagy ásványisó-tartalmú források környezetében vannak, mert ezeken a helyeken a feltörési pontok körül igen erőteljes mészkicsapódás figyelhető meg, amely meggátolja a növényzet megtelepedését. A kiváláson kívül a forrásvizek nagy hőmérséklete is akadályozó tényező lehet. Az édesvízi mészkő kifejlődési típusok közül a forráskúpok és a tetarátás kifejlődésűek nagy része sorolható a vegyi eredetűek sorába (4. kép).

Az édesvízi mészkőösszletek között vannak kemény kristályos kiválások és vannak lazább szerkezetű, növényi részekre történő kicsapódások, amelyek már kiváláskor azonnal kemények, és utólagosan csak lényegtelen változásokon mennek keresztül. Ezeken túlmenően megkülönböztethetők olyan rétegek is, amelyek laza üledékként rakódnak le és utólag szilárdulnak meg, a meszes oldatokból kicsapódó kalciumkarbonát révén. Ilyenek a *mésziszapok*, *mészhomokok*, *pizolitosoolitos* rétegek vagy *édesvízi mészkő kavicsok*.

A cementáció különböző mértékű lehet. A megfigyelések szerint az ilyen „szemcsés” rétegek kialakulása szorosan összefügg az üledékgyűjtőbe bekerülő idegen



anyagokkal, amelyeket részben a szél, részben a folyóvíz szállított. A vizek mész-anyaga ezekre csapódik ki. Ha csak vékony burokkal veszi körül a lebegő anyagot, akkor *mésziszap*, ha vastagabb burok képződik, mert tovább marad lebegve a vízben, akkor *mészhomok* vagy *oolit* képződik, és hogyha sokáig mozgatódik az áramlási viszonyok révén, akkor *pizolit* keletkezik. A fentiekén túlmenően megfigyelhetők a tetarata medencéket kitöltő üledékeknél a konszolidáció előtti, atektonikus deformációs szerkezetek. Ezek úgy keletkeznek, hogy a konszolidálatlan, leülepedett anyagra ráakódik a következő réteg és az alatta lévő egyenlőtlenül megterheli, ezért ún. labda- és vánkosszerkezetek keletkeznek. De előfordulnak atektonikus gyüredezettségek is. Megfigyelések szerint a réteglapok felszínén különféle nyomok — jelenségek — mutathatók ki. Ilyenek pl. a száradási repedések (5. kép), amelyek azt bizonyítják, hogy ideiglenesen megszűnt a vízelborítottság. Vérteszőlősnél emberi és állati lábnyomok mutathatók ki, de féregmászási nyomok és levéllenyomatok is gyakran észlelhetők.

### 2.3. Éghajlati viszonyok, klímaingadozások hatása az édesvízi mészkövek képződésére

Édesvízi mészkő minden olyan időszakban képződhetett, amikor az ahhoz szükséges feltételek és adottságok biztosítva voltak (csapadék, növényzet), és ezért keletkezése az általános felfogással ellentétben (W. Soergel 1940; P. Woldstedt 1966; J. Pia 1953; B. Behm-Blanke 1960; V. Ložek 1961; Schréter Z. 1953, Kéz A. 1965; Kriván P. 1964) a negyedkoron belül nem szűkíthető le csak interhelyzetekre.

A mészkőösszletek visszatükrözik képződésük időszakának fizikai, környezeti adottságait. Az édesvízi mészkövek keletkezésének éghajlati feltételeire, lerakódásuk korára vonatkozóan a bennük talált növényi lenyomatok, fauna-leletek, az édesvízi mészkőösszleteket tagoló, különböző típusú, más-más éghajlati adottságok mellett képződött laza üledékes kőzetek, mint pl. lösz, homokos lösz, homok, fosszilis talajok, krioturbációs jelenségek, paleolit-telepek stb. adnak felvilágosítást. Így az édesvízi mészkőösszletek flóravizsgálata szerint egyes mészkőszintek hideg klímára utaló fajokat — *Pinus montana*, *Pinus silvestris*, *Betula nana* stb. — is tartalmaznak.

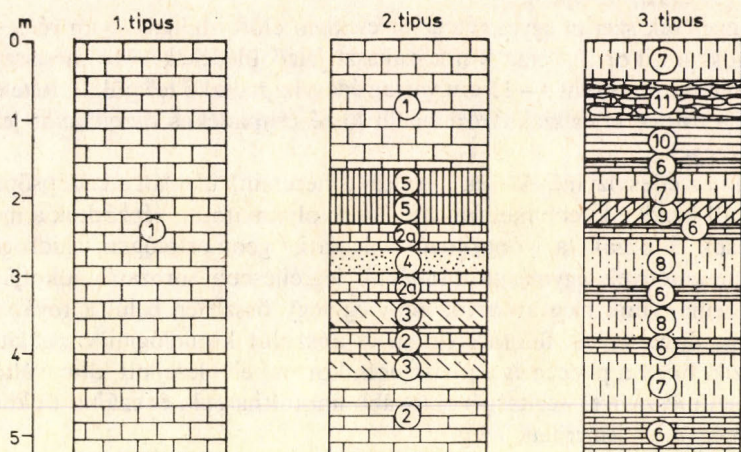
Az édesvízi mészkőösszletekbe közbezárt üledékek legtöbb esetben azt bizonyítják, hogy az édesvízi mészkőösszleteket létrehozó források működésében szünet állt be, vagy mészlerakó képességük erősen lecsökkent. Így vált lehetővé, hogy az édesvízi mészkőképződés szüneteiben más típusú és legtöbb esetben más fizikai feltételek (éghajlat) mellett képződött üledékek alakuljanak ki.

A Kárpát-medencebeli édesvízi mészkőösszletek összehasonlító vizsgálatai alapján három olyan mészkőösszlet típust tudunk elkülöníteni a közbezárt más típusú üledékek és egyéb periglaciális jelenségek segítségével, amelyek képződésük klimatikus körülményeire utalnak.

1. Az első típusba azokat az édesvízi mészkőfeltárásokat soroljuk, amelyeknél az édesvízi mészkő nagy vastagságban, egységes kifejlődésben jelenik meg. Laza



üledékek közül löszös jellegűek egyáltalán nem, mészszip vagy proluviális üledékek viszont ritkán, akkor is csak néhány cm-es vastagságban tagolják. Fagyaprózódási és fagynyomási jelenségek is teljesen hiányoznak. Véleményünk szerint ekkor voltak meg a legkedvezőbb feltételei az édesvízi mészkő képződésének. Az általános véleménnyel egyezően az édesvízi mészkő kifejlődésének e típusa



5. ábra. Az édesvízi mészkőösszletek kifejlődésének típusai. 1 = tömör, egységes kifejlődésű édesvízi mészkő; 2—2/a = változó vastagságú, pados édesvízi mészkő; 3 = lösz és lösszerű üledék; 4 = homok; 5 = fosszilis talaj; 6 = lemezes szerkezetű édesvízi mészkő; 7 = mészszip; 8 = meszes homok; 9 = mocsári talaj; 10 = agyag, iszap; 11 = fagyaprózódott édesvízi mészkő

periglaciális vagy interglaciális képződmény. A mészkő nagy vastagsága, egységes kifejlődése, hosszú ideig tartó meleg, kiegyensúlyozott éghajlati feltételeket jelez (5. ábra, 1. típus).

2. A második típusba sorolnánk azokat a mészkőfeltárásokat, ahol az édesvízi mészkőrétegek túlsúlyával gyakran megjelennek más típusú üledékek: folyóvízi üledékek, lösz, futóhomok, deluviális üledékek, eltemetett talajok. Az ilyen feltárásokban látható szelvényekben a 0,5–1,5 m vastag mészkőpadokat három-négy esetben tagolják közbetelepült, laza üledékek. Ebben az esetben az édesvízi mészkő és a közbetelepült üledékek együttese azt mutatja, hogy egy feltételezhetően könnyen változó, gyors egymásutánban következő, kiegyensúlyozatlan klímaperiódusban keletkeztek. Az édesvízi mészkőek közé zárt üledékek jelzik, hogy az édesvízi mészkő képződése többször megszakadt, s ezt feltételezhetően a fizikai környezet megváltozásával (klimatikus okokkal) magyarázhatjuk. Ha egyéb földtörténeti események, pl. emelkedés vagy az erózióbázis süllyedése okozták volna azt, akkor a források ezen a szinten nem fakadhattak, illetve nem folytathatták volna mészlérakó tevékenységüket (5. ábra, 2. típus).

3. Végül a harmadik típus szorosan kapcsolódik az előző csoporthoz, azzal a különbséggel, hogy az édesvízi mészkő képződésének éghajlati igényét nem biz-



tosító feltételek között létrejött üledék — lösz, futóhomok — közbetelepüléseként jelenik meg az édesvízi mészkő vastagabb (20–40 cm) padokként.

Így ezt az üledékösszletet feltételezhetően úgy értékelhetjük, hogy a mészkő képződéséhez szükséges feltételek csak időszakosan, rövid ideig voltak biztosítva. Vagyis egy adott hideg vagy meleg száraz éghajlaton belül nedvesebb, illetve csapadékosabb fázisok iktatódnak közbe az édesvízi mészkőrétegek számának megfelelően (5. ábra, 3. típus).

Megfigyelések szerint egyes rétegösszletekben előfordulnak olyan réteg-egymásutániságok, amikor a száraz klímazakaszt jelző üledékek közé mésziszap, vagy vékony önálló réteggént 5–15 cm vastag édesvízi mészkő települ. Feltételezhetően egy hideg-száraz klímazakaszon belüli kissé csapadékos oszcillációt jeleznek a mészkőrétegek.

Miután az édesvízi mészkövek jelenlegi ismereteink alapján a középsőpannóniai alemelettől kezdve kisebb megszakításokkal folyamatosan képződtek a mai napig, képződésük időszakára vonatkozó éghajlati, geomorfológiai, hidrogeológiai, földtani események egymásutániságának legteljesebb sorozatát alkotják. Ezért minden reményünk megvan arra, hogy egy-egy összleten belül a további paleobotanikai, faunisztikai, finomrétegtani és abszolút kronológiai vizsgálatok lehetővé teszik, hogy a pliocén és a pleisztocén koron belül lezajlott klímaváltozásokat az édesvízi mészkövek segítségével tovább finomíthassuk, és ezáltal új klímátörténeti eseményeket ismerjünk meg.



### 3. Az édesvízi mészkőösszletek kifejlődése és típusaik

A magyarországi édesvízi mészkőelőfordulások részletes kataszterezése során lehetővé vált, hogy a különböző geomorfológiai helyzetű és rétegtani kifejlődésű édesvízi mészköveket elkülönítsük. A megfigyelések szerint az édesvízi mészkövek képződését az egykor uralkodó geomorfológiai helyzet és a hidrogeológiai feltételek szabályozták.

A körülmények konstellációja természetesen befolyásolta az édesvízi mészkőképződés keletkezését, kifejlődését és belső rétegzettségi viszonyait is. Ismételten előfordulnak cukorszövetű, rétegzetlen, tömeges szerkezetű, továbbá lemezesen rétegzett, laza, porózus, növénymaradványokban gazdag vagy attól mentes édesvízi mészkőösszletek. Előfordul, hogy az édesvízi mészkőösszleteket közbetelepült löszös, homokos, illetve talajrétegek is tagolják.

Az édesvízi mészkőösszletek belső rétegzettségét képződésük körülményei irányítják. Így pl. az ártéri-tavi édesvízi mészkőképződés esetén vízszintes vagy közel vízszintes rétegzettség az uralkodó. A rétegek hosszán – több tíz m-en keresztül, vagy még tovább is – jól követhetők. A vízi közegben történt lerakódás, kiválás úgy történt, hogy a rétegek általában párhuzamosan helyezkednek el egymás felett, leggyakrabban vékony- vagy vastagpados kifejlődésben. A vékony- vagy vastagpados kifejlődésű rétegek között jellemzőek a folyóvízi eredetű iszap, iszapos-homokos, agyagos betelepülések.

Előfordulnak ferde vagy függőleges irányú réteglapok is. Ez utóbbi jelenség az édesvízi mészkőösszletek tetaráta kifejlődésére utal. Az ilyen típusú összletnél nagyon bonyolult a rétegzettség, amely a szokványostól eltérő, különleges keletkezésre vezethető vissza. A völgyoldalakon a lefolyó forrásvíz kisebb-nagyobb medencéken és tetarátákon keresztül folyva rakja le anyagát. Ennek megfelelően függőleges, közel függőleges vagy különböző irányba dőlő a rétegzettség, amely egymáshoz való kapcsolatát számos tényező befolyásolta.

Ahol tetarátát képződött, ott annak a homlokán függőleges rétegzettség maradt vissza, míg a medence belseje felé ferdén dőlő rétegek alakultak ki. A tetaráta rendszerint félköríves és így kapcsolódik egy másik tetarátával elkülönült medencéhez.

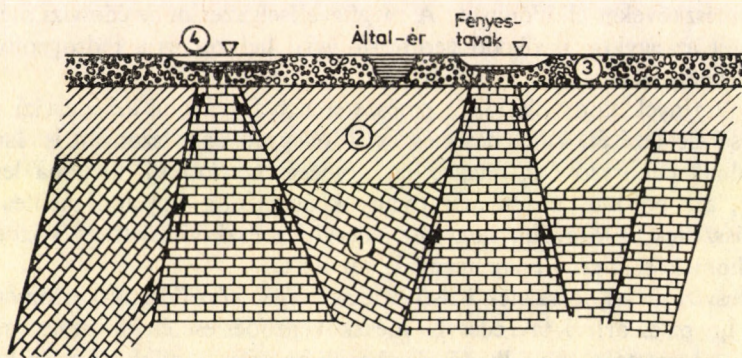
A budai–gerecse-hegységi édesvízi mészkőösszletek képződésének rekonstruálásához (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1970b, 1972, 1974a) a jelenkori forrástevékenység és az édesvízi mészkőképződés eseteit – nemcsak Magyarországon, hanem más régiókban: Kárpátok, Kis-Ázsia, Balkán-félsziget stb. – és példáit is figyelembe vettük széles körű összehasonlító vizsgálatokkal. A hegységbeli édesvízi mészkőösszletek helyzetének, településének és több más vizsgálati tapasztala-



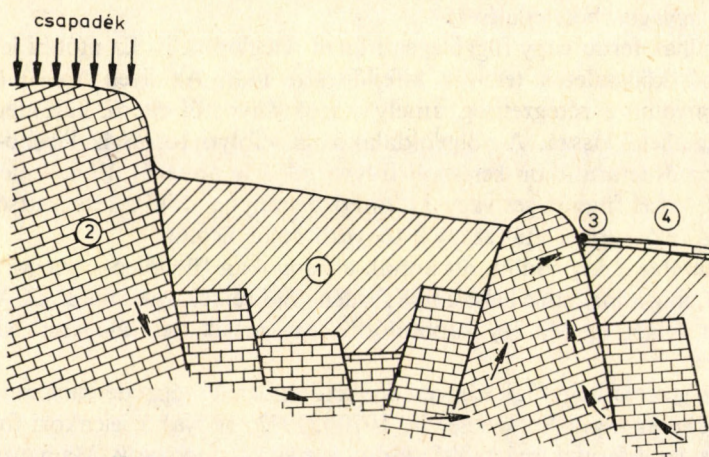
tok alapján ezek képződési körülményeit négy különböző típusba csoportosítottuk. A megkülönböztetett négy altípus némelyike több esetben egymással kombinálódva egy ötödik típust hozhat létre.

### 3.1. *Alluviális szinteken képződött tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőösszletek*

Az erózióbázis szintjén ott keletkeztek, ahol a folyók széles alluviális térszínein bő vízhozamú források törtek fel, és ezek környezetében tavak, mocsarak alakulhattak ki. Az édesvízi mészkő a folyóvízi üledékeket keresztültörő forrásokból



6. ábra. Ártéri-tavi-mocsári édesvízi mészkőképződés típusa fedett sasbércből, folyóvízi üledéken keresztül fakadó forrásban. 1 = vízvezető triász üledék; 2 = harmadidőszaki vízzáró üledékek; 3 = az Által-ér jelenkori üledéke; 4 = édesvízi mészkő



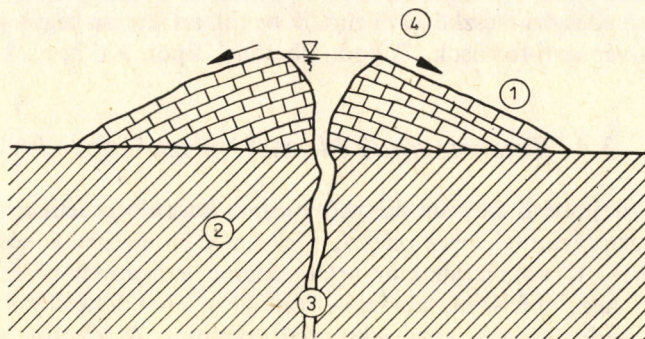
7. ábra. Sasbérc oldalán, az ártéren fakadó forrás édesvízi mészkő típusa. 1 = vízzáró, harmadidőszaki üledékek; 2 = vízvezető triász üledékek; 3 = karsztforrás; 4 = édesvízi mészkő



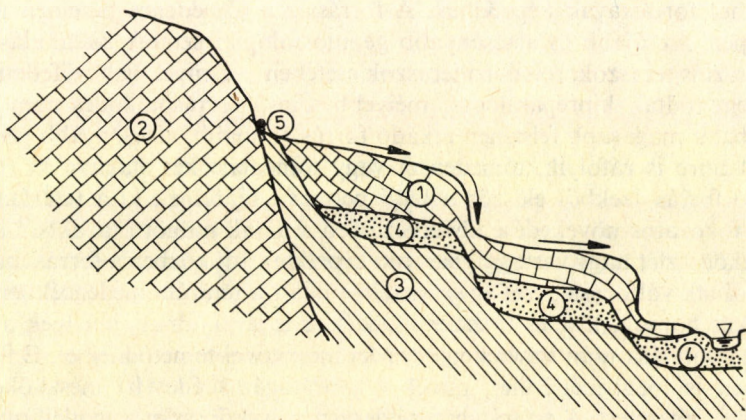
vált ki és halmozódott fel. Az esetek jó részében a karsztforrások az ártéri üledék alatti sekély mélységben eltakart, fedett sasbércekből táplálkoztak (6. ábra). Vannak esetek, amikor az édesvízi mészkövet lerakó források közvetlenül a felszínre bukkanó karsztos sasbércek oldalából fakadtak az ártéri szintek szélén (7. ábra). Az édesvízi mészkőképződésnek az itt röviden vázolt modellje újabb megfigyeléseink szerint (Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1978, 1982) nem annyira általános, illetve kizárólagos a Magyar-középhegység területén, mint azt a korábbi értelmezéseink képviselték.

### 3.2. Forráskúpos típusú édesvízi mészkőösszlet

Az előzőhöz hasonló geomorfológiai helyzetben, de alacsonyabb teraszok felszínén is képződik. E típus esetében a forrásvíznek nagy az ásványi sótartalma, és már a forrás kilépésénél olyan erős az édesvízi mészkőkiválás, hogy forráskürtő képző-



8. ábra. Forráskúpos édesvízi mészkő típus. 1 = édesvízi mészkő; 2 = fekükkőzet; 3 = forrás-járat; 4 = forráskürtő



9. ábra. Völgyoldali típusú édesvízi mészkő. 1 = édesvízi mészkő; 2 = víztartó karbonátos kőzet; 3 = vízzáró kőzet; 4 = folyóvízi üledékek, esetenként lejtőüledékek; 5 = karsztforrás



dik, amely kúp alakban fokozatosan felmagasodik (8. ábra), miközben a forráskúp oldalain ferde rétegződésű édesvízi mészkőkiválás megy végbe. A forráskúp természetesen külszíni hatások következtében rombolódhat, illetve felnyílhat. A forrás mindaddig a kúp tetején lép ki, míg a hidrogeológiai adottságok ezt lehetővé teszik. A hidrogeológiai átrendeződést követően a forráskúp fejlődése leáll, alacsonyabb szinten – pl. teraszon – esetleg új forráskúp képződése indulhat meg.

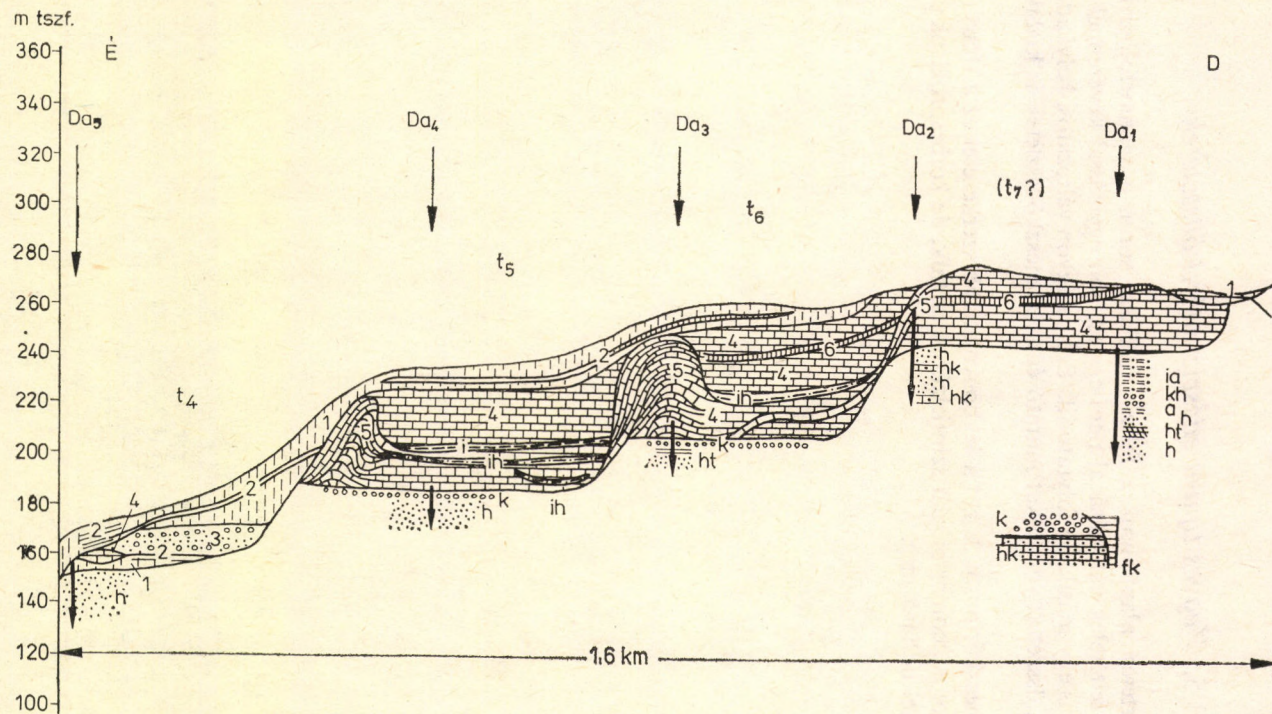
### 3.3. Völgyoldali édesvízi mészkőképződés

Típusa esetében a karsztos kőzetek a völgyoldal alsó szakaszán vízzáró rétegekkel fedettek, ezért a forrás kilépése az erózióbázis felett csak a lejtőn következhet be. Ilyen geomorfológiai és hidrogeológiai feltételek mellett a karsztforrásból kicsapódó édesvízi mészkő a lejtőn, esetleg teraszos lejtőn egy-két szintet befedve halmozódik fel (9. ábra). Ebben az esetben lehetséges az, hogy egy hosszabb édesvízi mészkőlerakódási szakasz során esetleg két, különböző korú geomorfológiai szint is azonos korú édesvízi mészkővel borítódik be (pl. a Gerecse-hegységben: Vértesszőlős, Tata-Népkerti-források, Tokod, Ebszőny, Epöl, Kő-hegy, Les-hegy).

### 3.4. Tetarátagátás édesvízi mészkőképződés

Völgyoldali kifejlődésű édesvízi mészkőtípushoz hasonló genetikai vonást mutat csak a geomorfológiai feltételek mások, a felszínek, amelyeken a mészkő kicsapódik, nagyobbak. Kialakulásához az ártéri szintnél magasabb sík felszín (széles teraszfelszín, heglábfelszín, abráziós szinlőket) lehet feltételezni, hidrológiai szempontból pedig bővíző forrásokkal kell számolni. A jelentős hidrosztatikai nyomás alatt álló karsztvíz laza üledékes, többnyire törmelékeny kőzettel – vagy felszíni karsztrögéből közvetlenül fakadó karsztforrásból – fedett karsztos sásbércekből, esetleg törések mentén feltörő, bő vízhozamú forrásokból kerül a felszínre, ahol forrástavak képződnek. A forrásvíz a tómedence peremén tetarátagátat képez. Az újabb és alacsonyabb geomorfológiai szintek kialakulása során – pl. abráziós teraszok, folyóvízi teraszok esetében –, mivel újabb elfedett karsztrögök nem tudtak kipreparálódni, mélyebb szintű forrásműködés nem jöhetett létre. Tehát a magasabb felszínen fakadó forrás az újabb, alacsonyabb geomorfológiai felszínre is ráfolyik, tómedencét vagy tómedencéket alakítva ki (6. kép). A lefolyó forrásvizekből először a lejtő peremén fejlődnek ki a tetarátagátak, amelyek fokozatos növekedése következtében a gátak mögötti tavakban az édesvízi mészkőösszlet nagy vastagságban tud képződni. Időközben a forrás működése intenzitásának változásai, esetleg szünetelése miatt a tetarátá medencékben a talajok, eolikus homok, lösz és löszszerű üledékek is lerakódnak, amelyek a forrásműködés felújulása után ismételten édesvízi mészkővel temetődnek el. E folyamat több ízben is megismétlődhet, mivel a tetarátagátás édesvízi mészkőképződés hosszú ideig eltarthat. A tetarátagátás édesvízi mészkőösszlet a modell működése következtében lényegesen kiemelkedhet környezete fölé, és egymás alatt újabb, kisebb-nagyobb tetarátagátás tómedencék is létrejöhetnek, így a Gerecse-hegység-





10. ábra. A Duna V–VII. sz. teraszainak és a rájuk települő édesvízi mészkőösszletek szelvénye a külszíni feltárások és fúrások alapján (Pécsi M.–Scheuer Gy.–Schweitzer F. 1982). 1 = lösz, lejtőlösz; 2 = fosszilis talajok a löszben; 3 = terasz kavics; 4 = édesvízi mészkő; 5 = tetarátágatok; 6 = fosszilis talaj az édesvízi mészkőben; Da<sub>1</sub>, Da<sub>5</sub> = a fúrás helye; t<sub>4</sub>–t<sub>7</sub> = terasz; ia = iszapos agyag; ih = iszapos homok; h = homok; kh = kavicsos homok; ht = hidromorf talaj; hk = homokkő; fk = forráskráter



ben pl.: Süttő, Dunaalmás 180–260 m (10. ábra), Kő-hegy 250–270 m, Epöli Juhállás 160–240 m, a Budai-hegységben pl.: Monalovác 240 m, Farkastorok 180 m, Hűvösvölgy 240 m.

### 3.5. *Vegyes típusú édesvízi mészkőösszletek*

Az utóbb ismertetett alaptípusok a felszín fejlődése során a geomorfológiai és hidrogeográfiai feltételek változásával nem egy esetben egymással keverednek, és az egyik alaptípus egy másikban folytatódik. Ezért nagyon változatos, helyi adottságokból eredő, összetett vonásokat mutató édesvízi mészkőösszletek is kialakulnak.

Az édesvízi mészkőtípusok közül a legbonyolultabb szerkezetet ez a típus mutatja. E csoportot is geomorfológiai szintjelzőnek tartjuk, de korbesorolásuk csak alapos elemzéssel adható meg.



#### 4. Édesvízi mészkőelőfordulások mint a geomorfológiai szintek értelmezése

Az édesvízi mészkőösszletek tipizálása, csoportosítása — képződésük orográfiai helye, litológiai jellege és a karszthidrológiai folyamatok elemzése alapján — a korábbiaknál árnyaltabb lehetőségeket nyújt az édesvízi mészkőelőfordulások kronológiai szerepének, illetve a felszínfejlődés rekonstruálásában használt eljárás megítélésében.

Sajátos geomorfológiai jelenség a Dunántúli-középhegységben, ezen belül a Gerecsében és a Budai-hegységben is, hogy a neogén geomorfológiai szinteken és az ezeknél fiatalabb negyedidőszaki teraszos szinteken is gyakran édesvízi mészkő-takaró-előfordulások hangsúlyozzák ki e szintek jelenlétét (11. ábra).

Az elmúlt években sor került az édesvízi mészkőelőfordulások részletes kataszterezésére, újvizsgálatára és geomorfológiai térképezésére (Scheuer Gy. — Schweitzer F. 1977). Ezek és az újabb vizsgálatok arra engednek következtetni, hogy a Gerecsében legalább 8–10, a Budai-hegységben 10–12 geomorfológiai szinten fordul elő édesvízi mészkőösszlet. Bár a hegységek egyes csoportjaiban az édesvízi mészkőelőfordulások helyzete egymástól eltérő, kifejlődésük azonban kronológiai egymásutániságot is jelez (12. ábra). Kétségtelen — ezt a faunisztikai leletek bizonyítják —, hogy a legidősebb édesvízi mészkőelőfordulások a pannóniai beltő abrázíós szintjeihez, a kavicsos delta üledékeihez igazodnak, illetve azokra települnek, továbbá a szárazulati pliocénben formálódott hegylábi felszínrészleteket is lefedik.

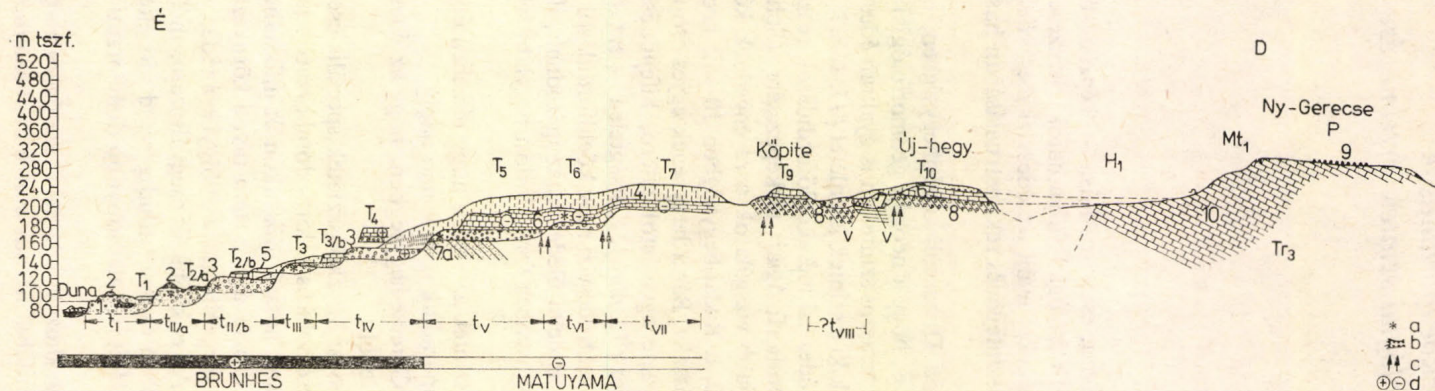
A poszt-miocén geomorfológiai szintek az esetek nagy részében éppen az édesvízi mészkőtakarók védelme alatt maradtak meg a mai napig.

Gyakori az a helyzet, főként a Gerecse-hegységben, hogy az édesvízi mészkő a folyóvízi teraszképződményen települ.

Előfordul azonban, hogy az édesvízi mészkőösszletek speciális esetekben (lásd pl. 9., 10. ábra) létrejöhetnek az erózióbázis fölötti domborzati felszíneken, sőt lejtőoldalon is. Egyes karsztforrások hosszú időszakon át működhetnek azonos domborzati helyzetben, mialatt az erózióbázis a nem távoli környezetben relatív magassági helyzetét számottevően megváltoztatta (völgybevágódás vagy alacsonyabb teraszképződés stb. miatt). Az erózióbázis megváltozása, mélyebb szintre való helyeződése nem minden esetben és nem mindig rövid idő elteltével vonta maga után a karsztforrások süllyedését, új, alacsonyabb domborzati szinten való felszínre törését.

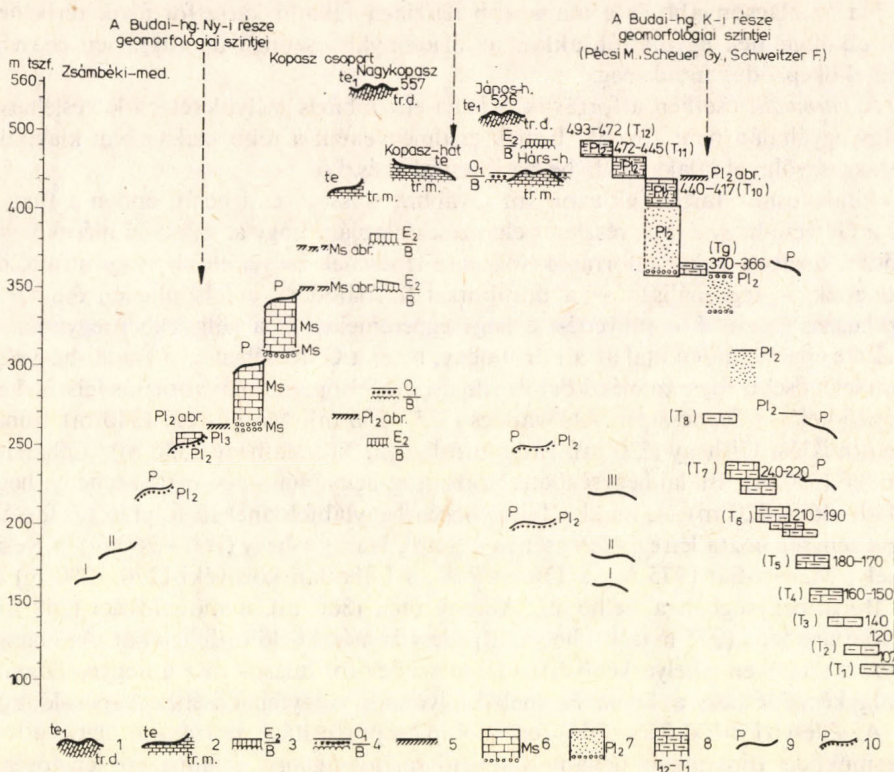
Az erózióbázis és a források helyváltozása közötti összefüggés alapján az édesvízi mészkővek képződése szempontjából három eset különböztethető meg.





11. ábra. Geomorfológiai szintek a Nyugati-Gerecsében Almásneszmély és Dunaszentmiklós szelvényében (Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. – Pevzner, M. A.). 1 = folyami terasz kavics és -homok;  $t_I$ – $t_{VIII}$  sz. teraszok kronológiai tagolását l. az 5–6. táblázatban. A feltételezeten  $t_{VIII}$  számmal jelölt terasz kavics eróziós diszkordanciával települ a felsőpannon deltakavicsra, elrombolva a legfelsőpannon homokot és a gyöngykavicsos homoktagozatot; 2 = futóhomok; 3 = pleisztocén krioturbáció maradványai; 4 = lösz, lejtőlösz; 5 = fosszilis talajok a löszben; 6 = édesvízi mészkőszintek:  $T_1$ – $T_{10}$  = különböző korú édesvízi mészkőszintek, kronológiai tagolásukat l. az 5–6. táblázatban; 7 = felsőpannon gyöngykavicsos homok, melynek alsó részébe édesvízi mészkőgörgetegek települnek; 7/a = felsőpannon, keresztrétegzett homok (?) Béraltavárium?; 8 = felsőpannon agyag; 9 = miocén (?) terasztrikus kavics; 10 = felsőtriász mészkő;  $H_1$  = felsőpliocén hegyláb felszínmaradvány, melynek peremén a 2. sz. felsőpannon abráziós színű átöröklődött;  $Mt_1$  = felsőpannon abráziós színű; P = harmadidőszak előtti, harmadidőszaki planációs szint, miocén terasztrikus kavicsfoszlányokkal(?); a = fauna-lelőhely; b = szenesedett fatörzs-maradvány; c = hévforrástölcsér-nyomok az édesvízi mészkőben, ill. kavicsban; d = paleomágneses polaritás





12. ábra. A Budai-hegység geomorfológiai szintjeinek vázlata. (Szerk.: Pécsi M.—Scheuer Gy.—Schweitzer F.). 1 = tetőhelyzetben levő exhumált tönkfelszínmaradvány dolomiton; 2 = tetőhelyzetű exhumált tönkfelszínmaradvány dachsteini mészkövön; 3 = eocén mészkővel fedett trópusi tönkmaradvány; 4 = hárshegyi homokkővel fedett toronykarsztos tönkmaradvány; 5 = abráziós színle; 6 = szarmata kavics és durva mészkő; 7 = felsőpannóniai kavics, homok, agyag; 8 = édesvízi mészkőszintek ( $T_1$ — $T_{12}$ ); 9 = felsőpliocén hegyláb felszín kemény kőzet; 10 = felsőpliocén hegyláb felszín laza kőzet; 11 = pleisztocén deráziós szintek, ill. lokális hordalékkúp felszín laza kőzeteken

Az első esetben az erózióbázis mélyülését a források követik. A helyi erózióbázisnál a magasabban fakadó források gyorsan elapadnak, így korban és geomorfológiailag is egymástól jól elkülönülő édesvízi mészkőösszletek keletkeznek.

A második eset során a források követik az erózióbázis mélyülését, de a magasabb szinten fakadó források sem apadnak el, illetve elapadásuk csak lassan, fokozatosan csökkenő vízhozammal megy végbe.

Ebben az esetben a régi, magasabb szinten fakadó forrás még folytatja az édesvízi mészkő lerakását, de csak korlátozott mértékben. Az alacsonyabb szinten kilépő új forrás is megkezdheti környezetében az édesvízi mészkő felhalmozását. Ha a két forrás között a térbeli különbség nem olyan nagy, hogy a mészkőképződés egymástól függetlenül menjen végbe, akkor ezeknél a lerakódási folyamat összekapcsolódik és egy bonyolultan összenövő mészkőösszlet jön létre.



Ha az alacsonyabb és a magasabb felszínen fakadó karsztforrások térbelileg jól elkülönülnek egymástól, akkor az alacsonyabb szinten új, független édesvízi mészkőképződés indul meg.

A harmadik esetben a források a helyi erózióbázis mélyülését csak késleltetve vagy egyáltalán nem követik. Ennek eredményeként a több szakaszban kialakult teraszos völgyoldalakat fedi be az édesvízi mészkő.

Általánosnak tarthatjuk azonban továbbra is azt a tendenciát, éppen a Budai- és a Gerecse-hegységbeli részletes elemzések alapján, hogy az édesvízi mészkőképződés, továbbá a karsztforrások felszínre lépésének helyei előbb vagy utóbb, de követték — regionálisan — a domborzat formálódást, a felsőpliocén óta tartó szakaszos erózióbázis süllyedést a hegységperemeken és a völgyekben egyaránt.

Erre egyértelműen utal az a körülmény, hogy a Gerecsében és a Budai-hegységben legidősebb édesvízi mészkőelőfordulások a felsőpannoniai abrázíós felszíneken képződtek — Gerecsében: Alsóvadács (335–350 m), Margit-tető (340 m), duna-szentmiklósi Új-hegy (320 m), Mogorósbánya, Muzsla-hegy (330 m), Lábatlan, Pockő (330 m); Budai-hegységben: Szabadság-hegy (460–500 m), Széchenyi-hegy (440–460–420 m) —, majd a felsőpliocén hegylábfelszíneken folytatódó forrás-tevékenység hozta létre a Gerecsében a Süttő, Haraszt-hegy (260–280 m), a Neszmély, Madari-hát (275 m), a Dunaalmás, a Lábatlan környéki (270–290 m) és a Budai-hegységben a Felhő u., Alkony utca (360 m), a monalováci (240 m), a máriaremetei (275 m tszf.-i helyzetű) édesvízi mészkőelőfordulásokat. Az alacsonyabb szinteken elhelyezkedő édesvízi mészkőelőfordulások már a negyedidőszaki völgyképződéshez, a Duna és mellékfolyóinak völgyfejlődéséhez kapcsolódtak.

Az édesvízi mészkőképződés fentebbi új csoportosítása, tipizálása, illetve a forrásműködés dinamikája néhány alapvető sajátosságának értelmezése lehetőséget nyújtott többek között — hazai és a nemzetközi irodalomban elsőként — a forrástölcsérekben képződött édesvízi mészkőtestek felismerésére, a 30–40 m vastagságú édesvízi mészkőösszletek és a közbezárt teresztrikus üledékek származásának helyes megmagyarázására és ezek kronológiai szerepének jobb megértéséhez.

Az édesvízi mészkővek jelenléte és fokozottabb figyelembevétele azért látszik fontosnak, mert a Budai- és Gerecse-hegységben és általában a Dunántúli-középhegységben a völgyek oldalán határozott formákban kevesebb geomorfológiai szint, így pl. abrázíós színlő, terasz stb. mutatható ki, mint édesvízi mészkőszint. Úgy tapasztaljuk, hogy a völgyoldalak magasabb teraszai — ha azokat édesvízi mészkő nem fedte be — lepusztultak vagy lejtőüledékek alá temetkeztek. A laza kőzetekből álló hegységi előtereken ugyanis a hegylábfelszín képződése a pleisztocén egyes időszakaiban tovább folytatódtott, míg a nedvesebb interglaciális szakaszok alatt az erőteljes völgybeágódás hatására az idősebb geomorfológiai szintek, a teraszos lépcsők gyakran nyomtalanul elpusztultak.



## 5. A gercse-hegységi édesvízi mészkőösszletek elterjedése, litosztratigráfiai tagolása

### 5.1. A gercse-hegységi édesvízi mészkőelőfordulások elterjedése, kifejlődésük, geomorfológiai helyzetük és kataszterük

A gercse-hegységi édesvízi mészkőelőfordulások egy ÉK–DNy-i irányú vonal mentén sorakoznak — Muzsla-hegy–Csonkánhát–Margittető–Pockó–Dunaszentmihály — azonos magasságban. E geomorfológiai helyzet már jelzi, hogy az édesvízi mészkövet lerakó források ehhez az irányhoz és magassághoz (330–340 m tszf.) kapcsolódva kezdték meg működésüket. Természetesen e forrásműködés megindulása kapcsolódik az adott karsztrendszer fejlődési irányvonalához, ami azt jelenti, hogy magasabb szinten korábban is volt forrásműködés — tanúbizonyságai a barlangok, amelyek nyílásai magasabb szinten vannak —, de ezek a források nem, vagy kis mértékben raktak le édesvízi mészkövet.

Törmelékei 400–450 m tszf.-i magasságban előfordulnak. A többi édesvízi mészkőszint vagy lepusztult vagy fiatalabb üledékek fedik, és előfordulásuk még nem ismert. E körülmények azt jelzik, hogy a 330 m tszf.-i magasságot meghaladó barlangok idősebbek, mint a legmagasabban települő édesvízi mészkövek, tehát a felsőpannóniai alemelet alsó részénél feltétlenül idősebbek (13. ábra). Vigh Gy. és Vigh G. vizsgálatai szerint (1923–1956) a felsőpannóniai képződmények és abráziós színők 350–360 m magasságig mutathatók ki, ezért valószínűsíthető, hogy a felsőpannóniai beltől a magasabb mezozoós sasbércek és sasbércvonulatok kiemelkedtek, és kiálló alaphegységi részekenél feltételezhetően a felsőpannóniai alemeletben is volt forrástevékenység.

A Gerecsében az édesvízi mészkőképződés a különböző helyeken egy azonos időpontban vagy csak kisebb időeltolódással indult meg, de a források nagyságában már eltérés mutatható ki, amire az egyes édesvízi mészkőelőfordulások kiterjedése és nagysága utal.

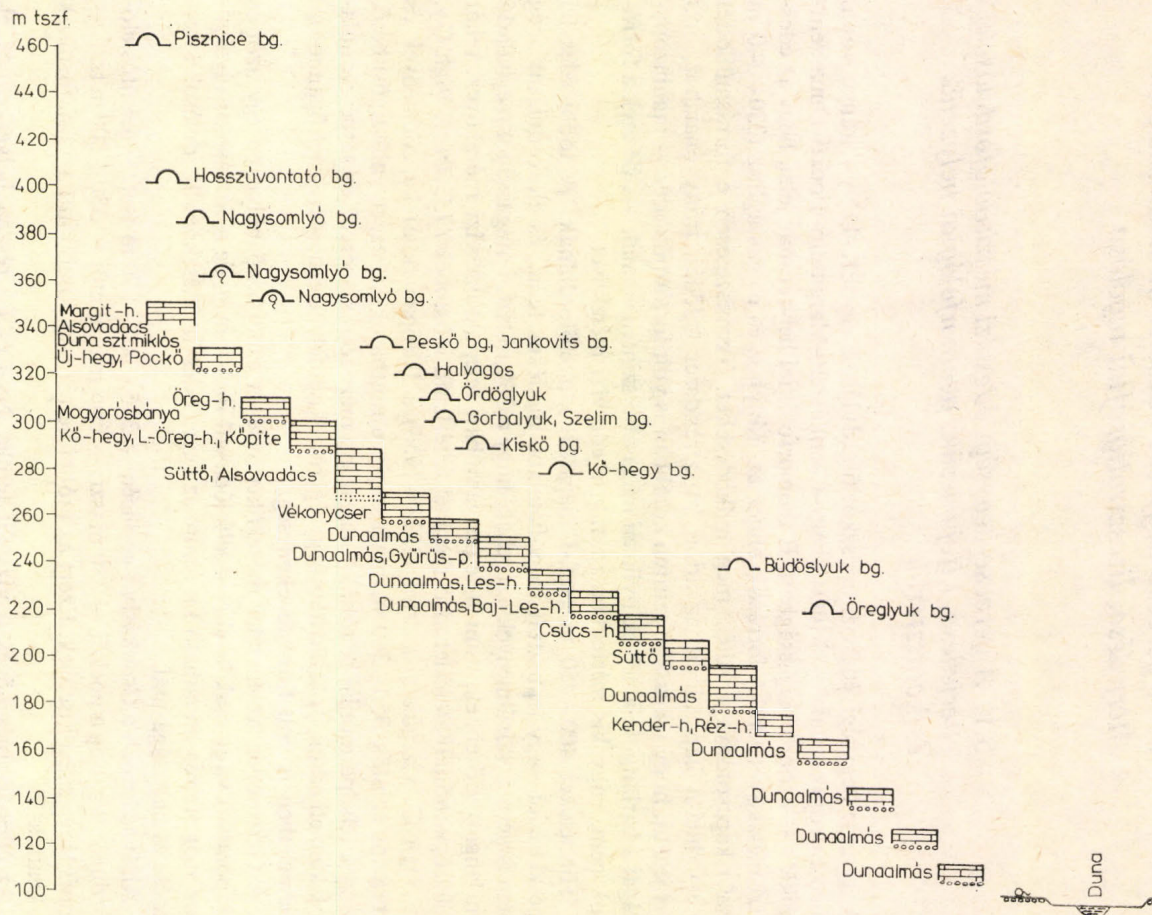
Alsóvadácsnál, a Csonkánhát gerincén — 335–300–270 m tszf. — jelentős előfordulás van, míg a pockói — 330 m tszf. — és a margittetői — 330–300 m tszf. — ennél lényegesen kisebbek. Ezért az utóbbi kettőt csak kisebb intenzitású források rakhatták le.

Az édesvízi mészkövek a vizsgált terület Ny-i és É-i részén helyezkednek el. A K-i oldalon csak kisebb édesvízi mészkőelőfordulások vannak, a D-i területeken pedig hiányoznak.

A forráskilépések és ezzel az édesvízi mészkövek képződése is a Dunával és annak mellékpatakjaival állnak szoros kapcsolatban, ami megegyezik a budai-hegységi megfigyelésekkel is. Ez az édesvízi mészkövek helyzetéből, kifejlődésükből, települési magasságukból és egymásalattiságukból szemléletesen következik. A forrásfeltörési helyek részben D-ről É felé, részben pedig a patak völgyek irányába tolódtak el egymás alatti édesvízi mészkőszinteket hátrahagyva (14. ábra).



13. ábra. A gerecse-  
hegységi barlangok és  
édesvízi mészkőelőfor-  
dások helyzete







14. ábra. A Duna-völgyhöz kapcsolódó édesvízi mészkövek geomorfológiai helyzete és kapcsolatuk a teraszokhoz. 1 = sasbérc; 2 = heglábfelcső; 3 = hegláblépcső felszíne és pereme; 4 = VII. sz. terasz; 5 = VI. sz. terasz; 6 = V. sz. terasz; 7 = IV. sz. terasz; 8 = III. sz. terasz; 9 = II/b sz. terasz; 10 = II/a sz. terasz; 11 = nyereg; 12 = eróziós völgy alluviummal; 13 = deráziós völgy; 14 = völgytalp határa; 15 = eróziós–deráziós völgyközi háta; 16 = édesvízi mészkőszint; 17 = lejtő

#### 5.1.1. A Keleti-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai

##### 1. Bajót, Muzsla-hegy

A bajóti Öregkő mezozóos mészkővonulatától ÉK-re, kb. 1 km távolságban, környezetéből kúpszerűen emelkedik ki a Muzsla-hegy (330 m tszf.), amelynek felszínét 10–15 m vastag édesvízi mészkőtakaró borítja. A feltárás alsó összletében a mészkő egynemű, tömött cukorszövetű és rétegtelen, amelyet egy 20–25 cm vastag, felsőpliocén korú *Potamon* sp. és kővületes növénymaradványos, szivacsos szerkezetű réteg tagol. Ennek az összletnek a zárótagja egy 20–30 cm vastag mésziszapos, *Abida* sp., *Radix ovata* DRAP., *Anisus* sp. fajokat tartalmazó (Schréter Z. 1953) mészkőtörmelékes szint, amelyet a rákövetkező édesvízi mészkőképződés összecementált. A feltárás felső összlete az alsótól eltérően vékonyrétegzett. Genetikáját tekintve tavi–mocsári típusú.



— A Muzsla-hegy ÉNy-i és É-i, Duna-teraszos völgyoldalán kb. 200 m tszf.-i magasságig több édesvízi mészkőszint mutatható ki, sok esetben tetarátákkal tagolva.

— Bajót községnél a Bajót-patak alluviális síkja felett 45–50 m-es viszonylagos, 165–170 m tszf.-i magasságban a lösz alól több kisebb foltban a felszínre bukkan az édesvízi mészkő, amelyet már a Bajót-patak teraszához kapcsolódó mélyebb szinten fakadó fiatalabb forrástevékenységnek tekintünk. Az édesvízi mészkő genetikailag itt már a vegyes típusba sorolható.

## 2. *Mogyorósbányai Kő-hegy*

A Mogyorósbányától K, DK-re 298 m tszf.-i magasságú Kő-hegyen és közvetlen környékén nagy vastagságban és nagy felszíni elterjedésben alakult ki az édesvízi mészkő. A Keleti-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai közül ez itt az egyik legnagyobb.

Az édesvízi mészkő feküjét itt egyrészt harmadidőszaki agyag, homokkő, homokos agyag, márgarétegek, másrészt felsőpliocén időszaki hegylábfelszínhez kapcsolódó kis szemnagyságú, kvarckavicsos-homokos összletek alkotják.

A felsőpliocén hegylábfelszínre települt édesvízi mészkőösszlet szerkezetét és genetikáját tekintve változatos kifejlődést mutat. Elkülöníthető itt a cukorszövetű rétegzetlen, egynemű, vastagpados, alluviális felszínen képződött tavi-mocsári, és a lazább szerkezetű, növénymaradványokban rendkívül gazdag, már az alacsonyabb lejtős felszínen képződött szivacsos szerkezetű, tetarátás kifejlődés. Az édesvízi mészkő vastagsága sok helyen a 15–20 m-t is eléri. A tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőben, amely 298 m tszf.-i magasságban települ, gazdag molluszka fauna található (7. kép).

A molluszka fauna-együttes Krolopp E. meghatározása alapján az *Unio wetzleris* szinttel azonos.

Genetikailag az édesvízi mészkő vegyes típusú. A tetarátá lépcsők egymás alatt az ÉNy-i és a K-i oldalon a Duna és az Öreg-árok völgye felé sorakoznak.

## 3–4. *Tokod, Kiskő-hegyeskői előfordulás*

A Kiskő-Hegyeskő dachsteini mészkővonulat Ny-i és ÉNy-i oldalán az Öreg-árok völgyében a teraszokra települve több szinten, jelentős elterjedésben képződött az édesvízi mészkő. A legfelső 240 m tszf.-i magasságú édesvízi mészkőszint igen kemény, rétegzetlen, tömött, míg az alacsonyabb szinten fekvők – 220–140 m tszf.-i magasságig – szivacsos szerkezetű, tetarátás kifejlődésűek.

Ezekben a feltárásokban már a tetarátá medencék szerkezete, a tetarátá medencéket kitöltő üledékanyagok is nagyon jól tanulmányozhatók.

A forrásvíz a Kiskő-Hegyeskő dachsteini mészkőrögéből lépett ki, s ehhez építette az Öreg-árok völgyének oldalában 240 m tszf.-i magasságtól lefelé a hatalmas tetarátá lépcsőket. A forrásműködés első nyomát egy 5 m hosszú, mintegy 1,5 m széles, tipikus forrásbarlang jelzi, amit a Kiskő-Hegyeskő dachsteini mészkővonulat É-i oldalán találunk meg 292 m tszf.-i magasságban. A források később a Kiskő-Hegyeskő dachsteini mészkővonulatnak a Ny-i oldalán fakadtak – 240–220 m tszf.-i magasság –, majd feltörési helyük újra áttevődött az É–ÉNy-i oldalra (185–145 m tszf.), s működésük a würm végéig tartott. Az utolsó



glaciálisban képződött édesvízi mészkövek korát igazolja az Öreg-árok II/b. teraszához igazodó édesvízi mészkő tetarátá medencéjéből Jánossy D. (1969) által meghatározott faunatársaság (*Asinus hydruntinus*, *Dicrostonyx* stb.), amely a würm hideg-száraz időszakát – Tokodi fázis – jelöli. A fosszilis talajból vett faszenek  $C^{14}$ -es keltezése is ezt igazolja, amelyek kora Hv 1319; 36310  $C^{14}$  év. A würm hideg-száraz időszakában a forrásműködés szünetelt, s ekkor édesvízi mészkő nem is képződött. A kiszáradt tetarátá medencékbe löszös homok, eolikus homok települ. Az üledéksort záró fosszilis talaj felső részében néhány cm vastagságban már újra megjelenik a mésziszap, amely a középsőwürmi kedvező klimatikus adottságok hatására a forrástevékenység újbóli megindulását jelzi. Ez egyben azt is jelenti, hogy az édesvízi mészkő a középsőwürmben a Mende F. talajképződéssel egyidejűleg 32–37 000  $C^{14}$  évig itt még erőteljesen képződött, s képződése csak a fiatal würmben fejeződött be.

#### 5. Körtvélyes-hegyi előfordulás

A Körtvélyesen 250 m tszf.-i magasságban elszórtan, nagy tömbökben, zömében törmelék formájában találjuk az édesvízi mészkövet. Az édesvízi mészkőben felsőpliocén jellegű *Unio* sp., *Fagotia acicularis* Ferrussac, *Teodoxus prevostianus* Pfeiffer fajok jellemzőek (Schréter Z. 1953). Szöveti szerkezetét tekintve erősen likacsos, porózus, vékonyrétegzett tavi-mocsári típusú. A 250 m-es tetőszinttől ÉNy-i irányban, az Öreg-árok mellékpatakja, a Pokol-völgy oldalán 210–220 m tszf.-i magasságban az édesvízi mészkő ismét megjelenik a felszínen, de újra csak törmelék formájában, és jól felismerhető a tetarátás rétegződés.

A teraszszintek kavicsanyaga a Körtvélyes K-i oldalán több helyen is jól tanulmányozható. A teraszanyag túlnyomó részét 5–15 cm Ø-jű görgeteges kvarc-kavics, dachsteini mészkő és édesvízi mészkőkavicsok alkotják. Az édesvízi mészkő itt, valamint a felső 250 m-es szinten is főként folyóvízi kavicsos összetetre települ.

#### 6. Szentkúti előfordulás

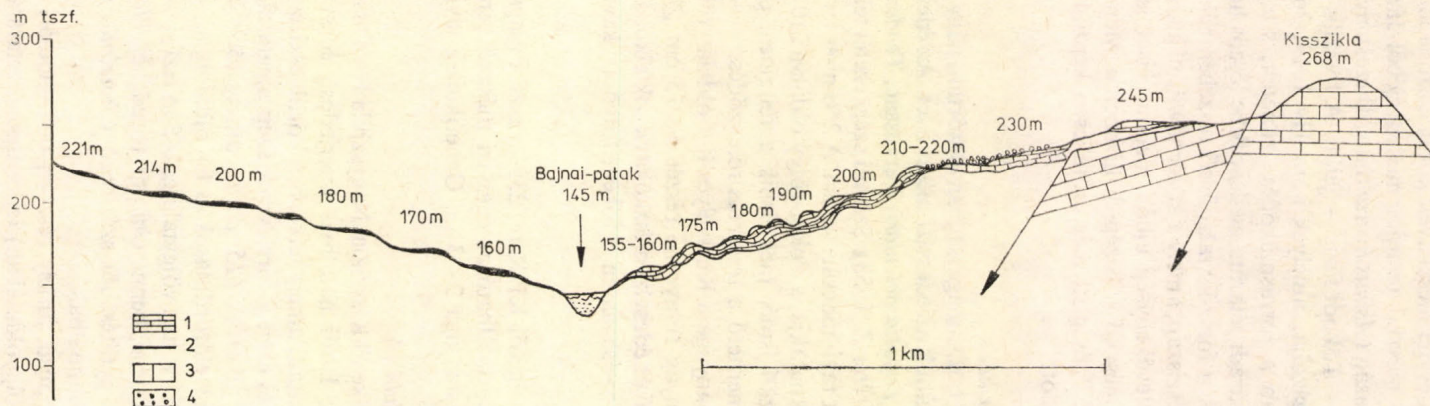
A bajóti Öregkő D-i végétől KDK-re, 235 m tszf.-i magasságban egy eróziós-deráziós tanúhegy tetején található az édesvízi mészkő kemény, tömör, vékonypados kifejlődésben. Vastagsága 2–3 m. Genetikailag tavi-mocsári típusú.

#### 7. Epöl környéki előfordulások

Az Epöltől ÉK-re emelkedő Kisszikla, Nagyszikla É – D-i irányú mezozóos kőzetekből álló vonulatához É-ről hatalmas kiterjedésű édesvízi mészkőelőfordulás kapcsolódik. Az Epöli-patak, amely félkörben körülvieszi az előfordulást, meredek völgyoldalt hozott létre és ezen a forrásvizek szép megtartású, egymás alatt sorakozó tetarátá lépcsőket alkottak (15. ábra), amely több édesvízi mészkőszintet képez (8. kép). A legszebb előfordulások az É-i oldalon, az ún. Juhálláson vannak, amelyek egészen lenyűnnek a mai völgytalpig, 145 m tszf.-i magasságig. Az édesvízi mészkő változatos kifejlődésű, benne *Unio* sp. töredékei, *Planorbis planorbis*, valamint Schréter Z. (1953) gyűjtéséből származó *Chondrula tridens* MÜLL. (*Radix*) *ovata* molluszkafajok dominálnak.

Genetikailag vegyes típusú, amely részben tavi-mocsári (a platókon), részben pedig (az Epöli-patak völgyoldalában) lejtői típusú tetarátát mutat.





15. ábra. ÉNy-DK-i irányú keresztmetszvény a Szent János-hegy és a Kísszékla között, Epöl. 1 = édesvízi mészkő; 2 = eróziós-deráziós lépcső; 3 = triász mészkő; 4 = hegyláb felületre települő, közelhegységi eredetű kavics, a Bajnai-patak legidősebb kavicsanyaga



Az édesvízi mészkövet létrehozó források a Kisszikla triász mészkövéből fakadtak. A forrásvíz a Kissziklának támaszkodó sík területen az egykori Epöli-patak árterén — ez a szint jelenleg 250 m tszf.-i magasságban van — tavakat alkotva, bennük tavi-mocsári típusú édesvízi mészkövet rakott le. A Bajóti-patak teraszos völgyoldalán 230–240 m tszf.-i magasságban levő szinten a tavi-mocsári szerkezet mellett már megjelenik az édesvízi mészkő tetarátás szerkezete, amely az Epöli-patak intenzív bevágódásának folyamatára utal. Az édesvízi mészköveknek ez a szerkezete egészen a jelenlegi 145 m tszf.-i magasságú alluviumig tart. Az egyes tetaráták, amelyek szépségükkel méltán hívják fel a szemlélődők figyelmét, olykor 10 m-t is meghaladó magasságúak. A középső- és a felsőpleisztocén folyamán a forrásvíz ezeken vízesésszerűen folyt le (8. kép). Az epöli források nagy vízhozammal rendelkeztek és hosszú időn keresztül működtek, létrehozva ezzel a kelet-gerecsei édesvízi mészkőelőfordulások egyik legjelentősebb és legszebb képződményét.

#### 8. Babál-hegyi előfordulás

Epöl községtől ÉK-re, a Babál-hegy É-i peremén dachsteini mészkőből egy kis forrás fakadt, amely az Epöli-patak teraszos völgyoldalán 200 m-től 140 m tszf.-i magasságig tavi-mocsári és tetarátás típusú édesvízi mészkövet rakott le. A 195–200 m tszf.-i magasságú legfelső édesvízi mészkőszint alatt az Epöli-patak teraszanyaga — dachsteini mészkő, kvarckavics, hárshegyi homokkő és édesvízi mészkő-kavics — figyelhető meg.

Az egymás alatti tetaráták megközelítik a mai 138 m tszf.-i magasságú völgytalpat, jelezve egyben azt is, hogy a forrás működése csak a közelmúltban szűnt meg.

### 5.1.2. A Központi-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai

#### 9. Szépasszony-völgyi előfordulások

Kecskekőtől 1,2 km-re K-re a hegyláb felszínbe bevágódó Szépasszony-völgy felső szakaszának jobb és bal oldalán 240–260 m tszf.-i magasságban szálban állva találtuk meg az édesvízi mészkövet Vigh G. (1961) leírása alapján. Az édesvízi mészkő tetarátás kifejlődésű. Ettől az előfordulástól Ny-ra, 280 m tszf.-i magasságban ugyancsak megtaláltuk, de csak törmelékben (16. ábra).

10. A Pockői előfordulás 334 m tszf.-i magasságban van a Kis-Eménkestől kiindulva ÉNy–DK-i irányú gerincen. Az édesvízi mészkőelőfordulást ma már csak kb. 1,5 m<sup>3</sup>-es tömb jelzi. Eredetileg sem lehetett nagy kiterjedésű. Maga a mészkő-tömb össze cementált pizolit gömbök halmazából áll, jelezve, hogy a forráskürtő megmaradt roncsát látjuk. A mészkő fekvését a feltörő hévizek által össze cementált, feltehetően felsőpannóniai abrázios kavics alkotja, amelyben sok a gyengén koptatott, helyi mezozóos kőzetanyag (9. kép).

11. Öreg-hegyi előfordulások. A pockői előfordulástól ÉNy-ra ugyanazon a gerincvonulaton alacsonyabb tszf.-i magasságban fordulnak elő az öreg-hegyi édesvízi mészkövek, amelyek két szintben alakultak ki, 295 és 260 m-es tszf.-i magasságok-





16. ábra. A Központi-Gerecse geomorfológiai térképe (Jelkulcs l. az 1. sz. térképmellékleten)

ban. A kettő között nincs éles perem, mert ezt a lépcsőt, amely feltehetően abrázációs szint, lejtősen áthidalta a képződött mészkő.

Az édesvízi mészkő csak felszíni előfordulásokban vizsgálható. A magasabb szinten levő – 295–300 m tszf. – fehéres színű, cukorszövetű, nagyon tömött, növényi részek ritkák és az üreges szerkezet is hiányzik. Vastagpadosan rétegzett és a csapadékvizek hatására felszíni oldási nyomok, karsztos jelenségek figyelhetők meg. A kőzet kifejlődése alapján tavi–mocsári típusú. Az alacsonyabb szinten levő, 260–270 m tszf.-i magasságban települő édesvízi mészkőrétegek már lazább szerkezetűek, bennük növényi részek, lenyomatok ismerhetők fel.

A rétegzettség helyenként lehajló, tetarátás kifejlődést mutat. Ez jelzi azt, hogy a két kimutatott szintet azonos forrásműködés hozta létre és ezeket tetarátás kifej-



lődésű mészkő köti össze. A környéken mindenütt nagy számban található kavics, azonban olyan feltárás, amely a kavicsos réteg és az édesvízi mészkő kapcsolatát tisztázná, nincs. A kavicsszint édesvízi mészkő alatti fekvő helyzetére utal azonban az a körülmény, hogy e részen is a mészanyag összecementálta a kavicsszint felső részét, hasonlóan a pockői előforduláshoz. Rozlozsnik P. 1919–20-as felvételezése során itt a mésztufa legalsó szintjében és a kavicsos rétegben felsőpannóniai *Dreissena* fajokat ismert fel. Ez az egyik legfontosabb bizonyíték arra, hogy a kelet-gerecsei 330–300 m tszf.-i magasságú édesvízi mészkövekkel fedett geomorfológiai felszínek a felsőpannóniai alemeletbe tartozhatnak.

#### 12. Lábatlani réz-hegyi előfordulások

Lábatlan községtől D-re emelkedik a Réz-hegy, amelynek tetőszintjében és környezetében találjuk meg 4–5 m-es feltárásban az édesvízi mészkövet. A tetőszint magassága 230 m, és e szint alatt még kb. 170 m-ig találhatók édesvízi mészkövek eredeti településben. Lejtői tetarátás kifejlődésűek. A kisebb, 4–7 m átmérőjű, 1–2 m mély tetaráta medencék részben É felé a Duna-völgy irányába, részben pedig a Ny-ra levő eróziós völgy felé lejtnek.

Az édesvízi mészkő egyes helyeken tömött, cukorszövetű rétegzetlen – 230 m és a 200 m szintek –, míg máshol, főleg a 170 m-es szint vékony rétegzett szivacsos szerkezetű növényi és Schréter Z. (1953) gyűjtéséből származó *Abida frumentum* DRAP., *Succinea oblonga* DRAP., *Stagnicola* cfr. *palustris* MULL. molluszkamaradványokban gazdag.

#### 13. Cseresznyés-völgyi előfordulások

A pockői Öreg-hegyek gerincén a Cseresznyés-völgytől Ny-ra, 240–230 m tszf.-i magasságban találunk jelentősebb előfordulású édesvízi mészköveket. Az előfordulás kiterjedésének, szerkezetének pontosabb tisztázását a területet nagy vastagságban lefedő lösz megnehezíti.

#### 14. Alsóvadácsi csonkás-háti előfordulás

A Bikol-patak völgyében levő Alsóvadáctól DK-re, a Nagy-Gerecséről kiinduló ÉNy-DK-i irányú csonkás-háti gerinc alsóbb szakaszán a 335 m tszf.-i magasságtól kezdve találjuk meg a felsőpannóniai korú, főként homokos üledékre települve az édesvízi mészkőelőfordulásokat. A legmagasabb előfordulás közvetlenül a Csonkás-hegy (354 m) lábánál van 335 m tszf.-i magasságban, valószínűleg a felsőpannóniai beltő öblözetének abrázíós színőjére települve. Az édesvízi mészkő tömött, vastagpados, kemény cukorszövetű, fehéresszürke, 5–6 m-nél nagyobb vastagságú lehet és a gerincen kb. 7–800 m hosszúságban nyomozható több szintben, még 200–220 m tszf.-i magasságban is kimutatható. Ez jelzi, hogy a forrásműködés e területrészen a felsőpannont követően nagyobb időintervallumot átfogva működött.

A kifejlődés alapján az édesvízi mészkő vegyes típusba sorolható. A különböző szinteken – 335, 300, 270, 240–250, 220, 200 m tszf.-i magasságban – képződött édesvízi mészköveket lejtői-tetarátás típusú és kifejlődésű szakaszok kapcsolják össze. Az alacsonyabb (250–240 m tszf.) mészkőszinteket a Bikol-patak völgyének kezdeti fejlődésével – bevágódásával – hozhatjuk kapcsolatba.



#### 15. Margit-tetői előfordulás

A Margit-tetőtől Ny-ra található nyeregponttól kiinduló völgyet kísérő gerincen kb. 330 és 300 m-es tszf.-i magasságban, feltehetően felsőpannóniai abráziós szintekre települve jelenik meg az édesvízi mészkő. A mészkő tömött, fehéresszürke, kemény, nagyon gyakoriak a másodlagos oldási nyomok. Egyes szakaszokon rétegzetlen, máshol vékonyrétegzett.

#### 16. Hajós-völgyi előfordulás

A Nagy Pisznicéről a Hajós-völgy irányába lefutó gerincen a völgy közelében nagy édesvízi mészkőtömbök is kibukkannak, amelyek valószínűleg a gerinc magasabb részeiről omlások során pusztultak le. A terület fedettsége miatt eredeti helyüket megállapítani nem sikerült, de kétségtelenül jelzik, hogy e területrészen — a Nagy Pisznice ÉNy-i oldalán, 340–350 m — is volt olyan forrástevékenység, amely édesvízi mészkövet hozott létre.

#### 17. Vékonycseri előfordulás

A Margit-tető csúcsától ÉNy-i irányba lefutó Vékonycsernek nevezett gerincen három szinten találtuk meg az édesvízi mészkövet. Az első, legmagasabb előfordulás 290 m-es szint körül van. Hasonló kifejlődésű és geomorfológiai helyzetű, mint a Margit-tetői édesvízi mészkövek.

Az alacsonyabb, második előfordulás hegylábfelszínre települ 260–270 m tszf.-i magasságban. A legalacsonyabb pedig a Büdös-patak legidősebb teraszára 240 m tszf.-i magasságban települ. Az édesvízi mészkő tömeges, rétegzetlen tavi-mocsári típusú kifejlődésre utal.

A Vékonycser környéki édesvízi mészkövek jelzik, hogy a felsőpliocénben és az alsópleisztocénben e területen is intenzív forrástevékenység volt. Ez a Büdös-patak kialakulásával, a felsőpliocén hegylábfelszín feldarabolásával veszi kezdetét. Az alacsonyabb szinteken képződött mészkövek a patak alsópleisztocén völgybevágódásával hozhatók kapcsolatba.

#### 18. Gyűrűs-hegyi előfordulás

A Süttő és Lábatlan között emelkedő Gyűrűs-hegy ÉNy-i oldalában 210 m magasságban édesvízi mészkőtörmelék található. A terület lefedettsége miatt az eredeti fekvésű anyagot nem sikerült megtalálni. Valószínűnek látszik, hogy egy kisebb forrástevékenységből származó, nem nagy területi elterjedésű mészkő-előfordulás anyaga található a felszínen 290–300 m-es tszf.-i magasságban.

#### 19. A süttői haraszti-hegyi előfordulások

A süttői Haraszti-hegy és környékén találjuk a Központi-Gerece legjelentősebb, bányászatilag is hasznosítható édesvízi mészkőelőfordulásait. Ez a terület volt a karsztvízkilépések legjelentősebb centruma. A mészkőösszletek településviszonyai, vastagsága, kifejlődése, szerkezete, a számos természetes feltárás mellett több hatalmas, 20–25 m-es rétegösszletet feltáró bányában is jól tanulmányozható.

A Haraszti-hegy és környéke a Hajdú temető 359,5 m-es tetőszintjétől kiágazó, Ny-i irányú gerincvonulaton fekszik.

A gerincen a Haraszti-hegy felé haladva elszórtan 6,5–7-es görgetettségű, zöm-



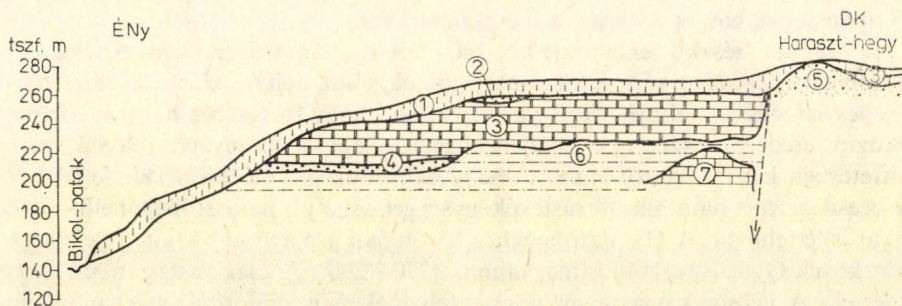
mel 2–5 cm Ø kvarckavicsokat találunk, jelezve azt, hogy a Duna előterében 330–300 m magasság körül ismert kavicsrétegek e részen is megtalálhatók. A Haraszi-hegy 283 m-es tetőszintjén már édesvízi mészkő van a felszínen, amelyet az ún. régi Haraszi bánya tár fel (10. kép).

Az édesvízi mészkőösszlet településviszonyait vizsgálva megállapítható, hogy az több mint 100 m magasságkülönbséget fog át. A süttői Diós-völgynél és a Haraszi-hegy Bikol-pataki oldalán is kb. 180 m tszf.-i magasságig kimutatható az édesvízi mészkő utolsó szintje. Az édesvízi mészkőösszletek szintjei a Bikol-patak és a Duna völgyéhez kapcsolódnak. A forrástevékenység a Hajdú temető ÉNy-i gerincén eróziós tevékenység révén feltárt alaphegységi karsztos rögökből indult meg, amely a Központi-Gerecse legnagyobb vízhozamú forrásaivá fejlődött.

Az édesvízi mészkövet sok helyen fedi le részben kis szemnagyságú görgetett kvarckavics, részben pedig 5–15 m vastag, fosszilis talajokkal tagolt lösz. A tektonikus mozgások hatására a nagy vastagságú édesvízi mészkőösszletekben a löszképződés előtt kialakult tág hasadékokat is részben löszös agyag, részben pedig vörösayagos üledékek töltik ki, amelyek gazdag makro- és mikrofaunát tartalmaznak (Jánossy D. – Krolopp E. 1981) (11. kép). A feküben mutatkozó különbségek, valamint a mészkő településviszonyai alapján a haraszi-hegyi előfordulás négy szintre tagolható. A fekü feltárások alapján – részben felsőpannóniai abráziós kavics, iszapos homok, részben pedig dunai eredetű, teraszos anyag, főként iszap-agyagos üledék.

Az édesvízi mészkőösszletek fekvésszintjei a következők: 275–280 m, 230–235 m, 200–210 m, 170–180 m. Ezeket a magasságkülönbségeket a hegység előterének szakaszos emelkedésével, illetve a Duna fokozott eróziójával hozhatjuk kapcsolatba (17. ábra).

Az édesvízi mészkövet létrehozó források törmelékes kőzeteken keresztültörő elfedett alaphegységi karsztrögéből fakadtak. A különböző időben lezajlott kiemelkedések hatására keletkezett térszínkülönbségeket és ezzel a különböző szín-



17. ábra. A süttői Haraszi-hegy édesvízi mészkőelőfordulásának vázlatos szelvénye (a bánya furási adatainak felhasználása alapján Pécsi M. szerint). 1 = fiatal lösz fosszilis talajokkal az MB talaj alatt (utolsó interglaciális), helyenként idős löszmaradványokkal; 2 = elszórtan közepes szemnagyságú (2–3 cm Ø) görgetett kvarckavics, foltokban vörösayagos mállástermékkel takarva; 3 = 30–40 m vastag édesvízi mészkő *Potamonos* és csontmaradványos rétegekkel (felsőpliocén–legalsó pleisztocén?); 4 = homokos aprókavics, bizonytalan eredetű, feltehetően felsőpliocén–legalsó pleisztocén; 5 = homokos aprókavics, murvaszerű, felsőpliocén?; 6 = agyag, agyagos homokösszlet, felsőpannóniai?; 7 = júra mészkőbreccsa



ten települő alacsonyabb magasságú édesvízi mészköveket a tetarítás lejtői típusú édesvízi mészkövek kapcsolják össze. A rétegtani megfigyelések szerint a forrásműködés a nagy kiterjedésű édesvízi mészkőösszlet képződése alatt helyét lényegében jelentősen nem változtatta meg. Az egyes alacsonyabb szintek kisebb horizontális elterjedését az erózióbázist képező folyó, a Duna partjának közelsége okozta. A feltárások alapján 4 tavi képződést és 4 tetarátá rendszert lehet kimutatni. E képződési viszonyoknak megfelelően keletkezett mészkövek nagyon bonyolult módon kapcsolódnak egymáshoz. A tetarátá rendszerek mögötti tavak ötven méternél nagyobbak és helyenként legalább 10 m-t meghaladó mélységűek is lehetnek. Átlagban azonban 3–4 m-nél nem voltak mélyebbek.

A tetaráták magassága néha a 10 m-t is meghaladta. Voltak közel függőlegesek, amelyekről a víz vízeséssel hullt le, de voltak különböző dőlésszögűek is, amelyeken a víz „surrantó”-szerűen folyt le (12. kép).

Megfigyelhetők még 1–2 m-es kis tetarátá medencék is. A tetarátá gátrendszerek a Bikol-patak völgye fölött és a Duna völgyében egyaránt előfordulnak. Ebből megállapítható, hogy a karsztvizek a forrásoktól félkörben, sugarasan, a már meglevő mind a két völgy felé egyaránt lefolytak.

A forrásműködés a süttői Haraszi-hegynél is egy hosszabb időintervallumot fog át, mert a források sokáig lényegében egy kis területen belül módosulva működtek. Végérvényesen akkor apadtak csak el, amikor a hegységperemeken mélyebb szinten olyan karsztos kőzetek kerültek a felszínre, amelyek képesek voltak a források vizét maguk felé vonzani.

A haraszi-hegyi források elődei a hegység belsejében — Vékonycser–Margittető–Csonkánhát területén — magasabb, 335–300 m-es szinten fakadtak, így egymás alatti sorozatot találunk.

## 20. Gyűrűspusztai előfordulások

Gyűrűspusztától É, illetve ÉK-re, kb. 1 km hosszúságban K–Ny-i irányban nyomozható a gyűrűspusztai édesvízi mészkőelőfordulás. A nagyobb bányák 15–25 m vastagságban is feltárják a mészkőösszletet.

Az édesvízi mészkő fekszik kb. 240–250 m magasságban van. A fekvő kifejlődésére vonatkozóan nincsenek pontos adatok. Csak néhány vízmosásban sikerült az édesvízi mészkő fekvését megfigyelni, s kitűnt, hogy itt részben nagyon görgetett abráziós eredetű, részben görgetetlen közelhegységi kavicsanyagra települ. Összeköttetésben lehet a süttői Haraszi-hegy előfordulással. Képződésük feltehetően összeesik azzal a hatalmas forrástevékenységgel, amely a haraszi-hegyi előfordulásokat is létrehozta. A Haraszi-hegyhez hasonlóan a magasabb szinten keletkezett mészkövek Gyűrűspusztán is megvannak (270–290 m), csak vastag, fiatal lösszel fedettek. A gyöngykavics a magasabb felszíneken is előfordul, mert a tetarátá medencékben édesvízi mészkőkavicsok mellett kvarckavics is található. Ezek az anyagok nyilván magasabb helyzetű édesvízi mészkő- és kavicsanyagból települtek át. Ezért a mészkövet létrehozó források is magasabban, kb. 270–290 m tszf.-i szinten fakadtak, és vizük a Duna völgye felé mély és nagy tavakat, tetarátá medencéket alkotva kisebb-nagyobb vízeséseken keresztül folyt le a befogadóba. Valószínűsíthető, hogy a Haraszi-hegynél kimutatott különböző települési magasságok itt is előfordulnak.



A mészkő helyenként tömött, rétegzetlen, máshol vékony, rétegzett, bennük a felsőpliocénre jellemző *Potamon* sp. gyakoriságával. Sok helyen tagolják laza mésziszap, kvarckavicsos homok, iszapos homok közbetelepülések és talajosodott rétegek.

A tetaráta medencékben kialakult üledékek vastagsága arra mutat, hogy azok mélysége egyes helyeken a 10 m-t is meghaladta. A medencék üledékanyaga általában laza, szivacsos szerkezetű, művelésre alkalmatlan, azonban a tetaráta gátak anyaga már kemény, tömött, építési célokra kiválóan alkalmas.

#### 21. Pusztapiszkei előfordulás

A Hajdú-hegy É-i oldalából kiinduló völgy pusztapiszkei szakaszán 210–180 m-es magasságokban törmelékben és nagyobb blokkokban mutatkozik az édesvízi mészkő. Általában kemény, tömött, rétegzetlen kifejlődésű. Egyes darabok a Ny-i lejtő alsó harmadában, sőt magasabban is megtalálhatók, jelezve azt, hogy a völgy-oldal felsőbb részéről származik az anyag. Az e részen települő édesvízi mészkövet feltételezhetően a gyűrűspusztai forrásokkal lehet kapcsolatba hozni olyan formában, hogy azoknak egy későbbi, mélyebb szinten felszínre lépő utóda, amelynek vízhozama már viszont lényegesen alárendeltebb volt.

#### 22. Vaskapu-hegyi előfordulások

A Lábatlantól DNy-ra levő Vaskapu-hegy (209,4 m) környékéről Schréter Z. (1953) tesz említést édesvízi mészkőtörmelékéről. A helyszíni bejárás szerint több helyen is előfordul édesvízi mészkőtörmelék 170–180 m tszf.-i magasságban. Származásuk tisztázatlan, mert a terület fiatal, löszös üledékekkel fedett. Valószínű, hogy a 209 m-es, lösszel teljesen lefedett Vaskapu hegytető-szintjén képződött édesvízi mészkő leomlott tömbjeit, illetve darabjait látjuk.

#### 5.1.3. A Nyugati-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai

#### 23. Rigó-völgyi előfordulás

Az előfordulás 190–200 m tszf.-i (1. sz. térképmelléklet) magasságban van. Ez az előfordulás is bizonyítja, hogy a Ny-i hegységész belsőbb részein is volt forrástevékenység, hasonlóan a csonkánháti–Margit-tetői–vékonycseri előfordulásokhoz. Ezért a források erózióbázisa az egykori Bikol-patak allúviuma lehetett. Az előfordulás kiterjedését és vastagságát a terület fedettsége miatt csak fúrásokkal lehet a későbbiekben tisztázni.

#### 24. Fekete-hegyi előfordulások

Az édesvízi mészkő két szintben fejlődött ki. Az Asszony-hegyről kiinduló ÉNy-i irányú gerinc folytatásába eső Fekete-hegyen 240 m tszf.-i magasságban van az első előfordulás. Az előfordulás nagysága kb. 15 × 15 m, vastagsága 2 m. A mészkő feküjét jól görgetett (6–7,5 görgetettségű), 1–2 cm Ø-jű kvarckavics alkotja. Az édesvízi mészkő kemény, tömött, szürkésfehér színű és felszíne másodlagosan, erősen karsztosodott.

A második szint ettől az előfordulástól ÉK-re, kb. 500 m-re, 180–190 m tszf.-i magasságban helyezkedik el, s mintegy 1,5 m vastag. Az édesvízi mészkő kiterje-



dését a terület fedettsége és az édesvízi mészkövet letakaró fiatalabb, löszös üledékek miatt nem lehet egyértelműen eldönteni. A források a Duna egykori árterén, az általa lerakott kavics üledékanyagán törtek fel.

#### 25. Sipsó-völgyi előfordulás

A süttöi Pörös-földek és a Pete-hegy, Tekeresi-hegy között kialakult Sipsó-völgy alsó szakaszán, 180–190 m tszf.-i magasságban a völgyoldalban igen sok édesvízi mészkőtörmelék található. A szálban álló mészkövet ugyan nem sikerült megtalálni, de az édesvízi mészkő tényleges előfordulását valószínűsíti, hogy a völgy ezen szakaszán a források szállította mészsanyag konglomerátummá cementálta össze a kavicsos-homokos teraszanyagot.

#### 26. Iván-völgyi előfordulás

A Nagy-Somlóhegy (424 m tszf.) ÉNy-i irányban lefutó gerincén kb. 230–240 m tszf.-i magasságban, 1–2 m vastag kifejlődésben található meg az édesvízi mészkő. A mészkő rendszerint tömött, kemény, rétegzetlen kifejlődésű, színe fehéres szürke. A környezetében sok apró, 2–3 cm Ø-jű jól görgetett kvarckavics is megfigyelhető.

#### 27. Látó-hegy–Öreg-hegy–Új-hegy környéki előfordulások

A Nyugat-Gerecse hegységész rész térszínileg legmagasabb előfordulását találjuk meg Dunaszentmiklós községtől Ny-ra a Látó-hegy–Öreg-hegy–Új-hegy környékén. Az édesvízi mészkő 320–325 m tszf.-i magasságig kimutatható. Erről az előfordulásról Schréter Z. (1953) is röviden megemlékezik.

A Dunaszentmiklósi tsz. majorja felett épített műút, amely felvezet az Új-hegyre, több helyen feltárja a mészkőösszetet keskeny sávban, kb. 20–25 m szélességben, mélyebb szinten: 285–290 m tszf.-i magasságban.

Az édesvízi mészkő lejtői-tetartás kifejlődésű és kapcsolódik a magasabb szinteken települőhöz. Ez a rétegtani viszony azt bizonyítja, hogy még a forrásműködés alatt, de már a nagy tömegű édesvízi mészkőképződés után megkezdődött a Szomódi-völgy bevágódása és mélyülése, és a már kialakult völgyoldalon lefolyó vizek – egyes szakaszokon – raktak le édesvízi mészkövet. Ezek a körülmények arra utalnak, hogy az édesvízi mészkőképződésnek, illetve a forrásműködés megindulásának idejében a morfológiai helyzet a maitól lényegesen eltért. Abban az időszakban a Nagy- és Kis-Somló, Hosszúvontató, Lábas-hegy mezozoos sasbérc-vonulathoz az Öreg-hegy–Látó-hegy–Új-hegy környéke heglábfelszínként kapcsolódott, amelyet későbbi időszakban bekövetkezett völgybevágódások feldaraboltak és a sasbérc-vonulattal a kapcsolatot lényegében megszüntették.

A környéken telepített kutatófúrások a fedő löszös-üledékek alatt majdnem 30–40 m-es vastagságban tárták fel az édesvízi mészkőösszetet. A fúrásokban a felső-pannóniai feképződmények felszíne 300–280 m-es tszf.-i magasságban mutatkozott.

Az Öreg-hegy oldalában kialakult kis metsződésben megtalálható a legfelső édesvízi mészkőösszetet fekéjét képező gyöngykavicsos réteg, amely a forrásműködés hatására mésszel lazán cementált. Túlnyomó részben erősen görgetett közepesemű kavicsokból áll. A finomabb frakció és a nagyobb kavicsok és görgetegek hiányoznak a vizsgált anyagból. A kis metsződés K-i oldalán a felsőpannóniai



csillámos, homokos iszaprétegek is a felszínre bukkannak. Az édesvízi mészkő-összlet fedőjében a Dunaszentmiklóstól É-ra az Öreg-hegy–Új-hegy D-i oldalán elsórtan kvarc- és középhegységi anyagú kavicsokat találunk, amelyekben a hűs-vörös kavicsok sem ritkák.

Az édesvízi mészkőösszlet felszínén mutatkozó kavicsok származását a magasabb területekről történő lemosódással hozhatjuk kapcsolatba. Feltehetően a felső-pannóniai alemeletben a térszíni viszonyok ezt még lehetővé tették, mert a völgy-rendszer, a hegylábi felszínnek feldarabolásával csak ekkor vette kezdetét.

Ehhez hasonló jelenség nem elszigetelt a gerecsei édesvízi mészköveknél, mert több helyen, rendszerint a térszínileg legmagasabban települőknél az összleten belül a tetaráta medencékben fészkesen vagy elsórtan az édesvízi mészkőrétegek tartalmaznak kavicsokat és felszínükön is mutatkoznak kavicsok. Ahol a feltárások kedvező feltételeket teremtenek a vizsgálatoknak, ott egyértelműen megállapítható, hogy a kavicsok egyéb középhegységi törmelékkel együtt magasabb területekről mosódtak be felszíni vizek révén azokba az üledékgyűjtő medencékbe, ahol az édesvízi mészkőképződés történt.

E mészkőelőfordulás felszínén található ún. sporádikus kavicsok származása is ezzel magyarázható.

Ezen a területen több kisebb-nagyobb édesvízi mészkőkibukkanást találunk. Így pl. Dunaszentmiklóstól ÉNy-ra a *Madari-háton* 304 m magasságban, majd a Meleges-hegy irányába lefutó gerincen, az ún. *Előharaszt*on – 286 m tszf.-i magassági pont környékén.

A *Kozma-hegy* K-i oldalán az édesvízi mészkő 0,5–1 m vastag töredezett kibukkanásait találjuk a felsőpannóniai homokos-iszapos összlet felett, kb. 250 m tszf.-i magasságban. Az *Új-hegy–Öreg-hegy–Látó-hegy–Madari-hát–Előharaszt–Kozma-hegyi* összefüggő, hatalmas, kb. 4 km<sup>2</sup> nagyságú édesvízi mészkőterület a nyugat-gerecsei hegység résznek legnagyobb és térszínileg is a legmagasabb előfordulása.

### 28. Meleges-hegyi előfordulás

Neszmélytől D-re, 274 m tszf.-i magasságban, 10–15 m vastagságú kemény, rétegzett tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőszint települ. Nincs összefüggésben a Madari-hát és az Előharaszt mészköveivel. A 260 m tszf.-i mészkő fekszik a szintjében apró és középszemű, 1–2,5 cm Ø-jű, jól görgetett kvarckavics van.

### 29. Magaskői előfordulás

A Magaskő ÉNy-i oldalán az Akasztó-völgy irányában, 270–260 m tszf.-i magasságban mutatkozik édesvízi mészkő nem szálban álló törmelékanyaga. A terület fedettsége miatt pontosan nem állapítható meg, hogy önálló előfordulás-e vagy kapcsolódik az Öreg-hegy–Látó-hegy–Új-hegy környéki előforduláshoz.

### 30. Kőpitei előfordulás

Dunaalmástól D-re, Ádám-majortól Ny-ra emelkedik a 292 m tszf.-i magasságú Kőpite, amelyet jól körülhatárolható formában a térszínből meredeken kiemelkedő édesvízi mészkőösszlet épít fel (13. kép). A mészkő fehér, cukorszövetű, kristályosan szemcsés, kemény, mésziszaprétegekkel tagolt. A feltárás középső részében



a tömött, mésziszapos rétegből Schréter Z. (1953) *Anisus* sp., *Fagotia* sp. kőbelekét, Jánossy D. – Krolopp E. (1981) *Anancus arvernensis* sp. lenyomatot határozott meg. A DNy felé néző bányánál a rétegek ívesen hajlók.

A mészkőösszlet fekvőjében (273, 260 m tszf.) jó feltárásokban tanulmányozható a felsőpannóniai delta jellegű kavicsos homokösszlet. A Kőpíte Ny-i és DNy-i előterében, 240 m tszf.-i szálban álló kibukkanásokban megtalálható a források mészsanyagával összecementált kavicsos homok üledékanyag. E kavicsos rétegekről több szerző is említést tesz (Szádeczky-K. E. 1939, Vitális S. 1940 és Pécsi M. 1959b).

A források vize feltehetően a felsőpannóniai üledékekkel körülhatárolva, delta üledékekkel lefedett, mezozoós, karbonátos kőzetekből álló sasbércből származott.

### 31. Felső Római úti előfordulás

A Kőpítétől 400 m-re Ny-ra, 245 m tszf.-i magasságban 20–30 m<sup>2</sup>-es kis előfordulás található, amelynek vastagsága 0,5–1 m. Az édesvízi mészkő 6,7–7 görgetettségű, kis- és közép nagyságú, a forrásműködés hatására összecementált kvarckavicsra települ. Szerepét geomorfológiai helyzete miatt emeljük ki.

### 32. Dunaalmási (almásneszmélyi) előfordulások

Almásneszmély Ny-i végénél, a község felett emelkedő Duna-terasz vonulaton – amelyet K-ről az Izsán-völgy, Ny-ról pedig az Által-ér völgye határol – találjuk meg a Nyugati-Gerecse hegység rész második legnagyobb édesvízi mészkőelőfordulását.

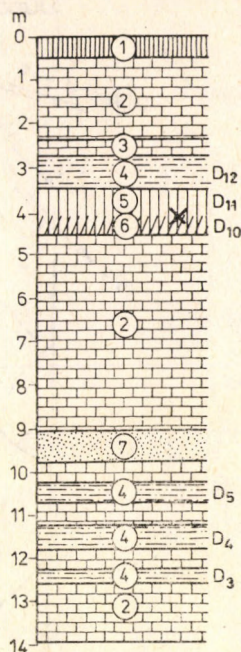
A különböző tszf.-i magasságokban, a Duna IV–VII. sz. teraszfelszínein elhelyezkedő édesvízi mészkőszintek egy-egy geomorfológiai szintet, teraszfelszint konzerválnak. Liffa A. (1907) és Schréter Z. (1953) véleménye szerint a különböző magasságokban előforduló mészkőveket lépcsős vetődési sorozattal lehet magyarázni. Az almásneszmélyi előfordulás legmagasabban fekvő tagjait a Duna VI. sz. és VII. sz. teraszára települő 275 és a 260 m tszf.-i magasságú édesvízi mészkőszintek képviselik. E szintek megtalálhatók a kőpítei előfordulás Ny-i előterében is a Római út mentén, valamint a K-i oldalon, az Izsán-völgy felé eső részen is.

A VI. sz. és a VII. sz. dunai teraszra települt édesvízi mészkőösszlet felépítését a legfelső bányák, az ún. 4–5. sz.-úak kb. 15–20 m-es vastagságban tárják fel.

Az összlet nem egységes kifejlődésű, gyakran tagolják különböző típusú laza üledékek; pl. meszes, homokos lösz, homok, homokkő, valamint vörösbarna foszszilis talaj. Ez utóbbiból, amely a Duna VII. sz. teraszanyagára települő édesvízi mészkőösszlet tetarátá medencéjében helyezkedik el, kislángi faunaegyüttest határozott meg Jánossy D. 1978-ban (Jánossy 1979) (18. ábra, 14. kép). Az édesvízi mészkő változó kifejlődésű, hol tömör, kemény hézagoktól és növényi részekről mentes, máshol lazább, növényi részekben dús. Egyes részekben pizolitok – 1–2 cm nagyságú – és szórványosan kvarckavicsokat is tartalmaz. A mészkőösszlet rétegzettsége is változó. Többnyire jól rétegzett, pados kifejlődésű, egyes rétegek több tíz m-en vagy még hosszabban követhetők, máshol rétegzetten tömeges megjelenésű vagy ferdén lehajló rétegzettség figyelhető meg. E ferdén, ívesen hajló rétegzettségi viszonyokat Schréter Z. (1953) is leírja, amikor megemlíti, hogy a mészkővön vízeséshez hasonló szerkezet látszik, mert a vízszintes mészkőrétegek átmen-



18. ábra. A Dunaalmás 5. sz. kőfejtő édesvízi mészkőfeltárásának szelvénye, paleomágneses és biosztratigráfiai vizsgálata (a szelvényt készítette Scheuer Gy., Schweitzer F., a paleomágneses vizsgálatokat Pevzner, M. A., a faunameghatározásokat Jánossy D. végezte). 1 = recens rendzina talaj; 2 = édesvízi mészkő; 3 = mészszip; 4 = finom homokos lösz; 5–6 = fosszilis talaj, okkervörös, gazdag mikro- és makrofaunát tartalmaz; 7 = iszapos homok;  $D_3$ – $D_{12}$  = paleomágneses vizsgálatra vett minták (mind fordított polaritású); X = Kis-lángi faunatársaság



nek ívesen hajló, majd egészen meredeken álló rétegekbe. Ezt a megjelenési formát forrásfeltörési helyként értelmezi.

Az édesvízi mészkőösszlet kifejlődése vegyes típusú. A vízszintes rétegek a tetarátá medencékben képződtek, az ívesen hajló vagy meredeken álló rétegek pedig tetarátá gátaikként értelmezhetők.

A helyenkénti lehajló, meredek rétegzettség keletkezéseinek forrás feltörési helyként történő értelmezése félrevezető és téves. Éppen ezek alapján, egymásra épülő tetarátá rendszerek ismerhetők fel a rétegösszletben. Az ezeket lerakó tetarátá medencéken átfolyó és a gátakon átbukó vizek, kisebb-nagyobb vízeséseket képezve jutottak az alsóbb medencékbe. Ezzel magyarázhatjuk a nagy vastagságú, 20–40 m vastag édesvízi mészkőösszlet képződését is (15. kép).

A forrásvizek lefolyási irányából adódóan félköríves, Ny-ról K-i irányba fokozatosan átforduló tetaráták ismerhetők fel. Ezért a vizek egy része a mai Által-ér völgyének irányába, a másik része a Duna és az Izsán-völgy felé folyt le. A Duna VI. sz. teraszára települő édesvízi mészkőösszletet a 3. sz. bánya tárja fel 15–25 m vastagságban és több száz m hosszúságban (19. ábra).

A bányafal több lépcsős, egymásra épülő tetarátá rendszert tár fel. A mészkő részben tömeges, részben pedig ívesen hajló vagy függőleges rétegzettségű. Megfigyelhető a kisebb-nagyobb tetarátá medencék sora, amelyeket feltöltődésük után újabbak takarnak be. A legelső tetarátá medencében, amely a 215 m tszf.-i magasságban görgetett, aprószemű kavicsanyagra telepszik – VI. sz. terasz –, *Archidiskodon meridionalis* Falc. agyar- és fogmaradvány került elő.

Az V. számú teraszra települő édesvízi mészkőösszletet az 1–2. bányák szintén 20–25 m-es vastagságban fedik fel (16. kép). A bányafal a tetarátá medencét tárja fel.

Benne homok és mésszel cementált homokkőrétegek uralkodnak. A homokkőrétegek pados kifejlődésűek – megközelítően vízszintes rétegzettségűek – és a rétegeket 5–10 cm vastagságú szilánkos homokrétegek választják el egymástól. A homokrétegek a tetarátá medencék pereménél kiemelkednek. Az 1-es bánya É-i elvégződésénél a rétegösszlet homokkő-homok és kemény tömött édesvízi mészkő változásából áll.

A 2. bánya tetarátá medencéjének alsó és középső részében *Megaloceros* sp.,





19. ábra. A dunaalmási édesvízi mészkőbányák helyszínrajza

*Equus* sp., *Elephas* (*Archidiskodon*) *planifrons* Falc., újabb meghatározás szerint *Archidiskodon meridionalis* (Ferencz K. 1953), *Clemmys méhelyi* Kormos (= *Emys orbicularis* L.) teljes páncél lenyomata került elő (Jánossy D. 1979).

Az édesvízi mészkő általában kemény, tömött, részben tömeges megjelenésű.

Megközelítően ugyanebben a magasságban az ÉNy-DK-i irányú édesvízi mészkővonulat K-i, Izsán-völgy felé eső oldalán is bányászták a képződményt (1. bánya). E bányánál a mészkő szintén tetarátás kifejlődésű, de itt hiányoznak a Ny-i oldalon annyira jellegzetes homok-homokkő tetarátá medenceüledékek. Ezeket az üledékeket itt fészkes településű mészszipap és mészhomok helyettesíti.

Almásneszmélynél a Duna teraszos völgyoldalán alacsonyabb szinteken 170–175 m, 125–130 m és 110 m tszf.-i magasságokban is megfigyelhető az édesvízi



mészke a fiatalabb teraszokra települve. Figyelemre méltó, hogy a IV. sz. teraszra települő édesvízi mészke szelvényeiben, az édesvízi mészkőrétegek között 20–30 cm vastag löszrétegek is kimutathatók.

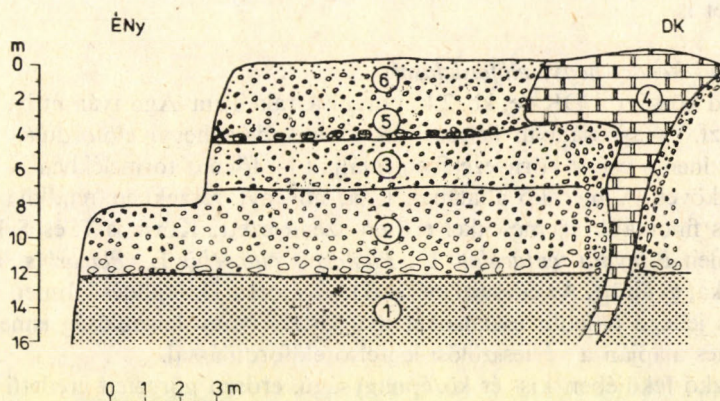
### 33. Csúcsos-hegyi előfordulás

Kőpitétől DNy-ra, az Által-ér völgye felé fokozatosan lejtő területből emelkedik ki a 223 m tszf.-i magasságú Csúcsos-hegy. A csúcsmagasságot képező 8 m vastag kavicsos összlet teljes rétegvastagságában összecementálódott (17. kép). A konglomerátum mellett több helyen fehér és szürke, nem csillámos, jól osztályozott homokot is összecementált a forrásvíz. Ilyen „homokkő” sziklák több helyen is megfigyelhetők a közel É–D-i irányú gerinc Ny-i oldalán (18. kép).

A homokos-kavicsos konglomerátumból *Trogontherium* sp. zápfoga, *Archidiskodon meridionalis* fog került elő (Vörös I. 1979). A Csúcsos-hegy környékén több helyen ismeretes édesvízi mészkeelőfordulás: a teraszfelszín K-i oldalán kb. 210 m-es magasságban, valamint a teraszfelszín Ny-i oldalán 215 m magasságban, ahol 3–4 tetarata lépcső sorakozik egymás alatt. Az édesvízi mészke települési magassága 210 m tszf. körül van, ennél magasabban nem található meg a környéken.

### 34. Betleheimi előfordulás

A Csúcsos-hegytől Ny-ra, 1,2 km-re, a Római út elején, 181,3 m-es magassági pont környékén, az V. sz. Duna-teraszra települve nagyobb felszíni elterjedésben



20. ábra. A Duna V. sz. teraszának vázlatos szelvénye Almásneszmélytől D-re 2 km-re, a 181 jelzésű magassági pont közelében fekvő kavicsbánya feltárása alapján (Pécsi M.—Scheuer Gy.—Schweitzer F.). 1 = felsőpannóniai ferderétegzett homok; 2 = főként durva szemcsés kavics, melynek alsó részében 20–40 cm Ø gneisz, gránit és egyéb metamorf kőzetek kavicsblokkjai települnek (nem deltaszerkezetű rétegződés, hanem hordalékkúpszerű, mederbeli lerakódás); 3 = durva és közepes szemmagyságú kavicsok homokos közbetelepüléssel; 4 = forrástölcsér édesvízi mészkővel kitöltve, az édesvízi mészkőtest erodálódhatott; 5 = durva és közepes szemmagyságú kavics, homokos rétegekkel, az alsó részében édesvízi mészke alig görgetett darabjaival; 6 = közepes szemmagyságú kavics (átlag 2–5 cm Ø), felfelé homokba megy át. A feltárás lejtőoldalban telepszik, a 3. réteg és a lejtő metszésében gyakori a dreikanter és az ökolnagyságú kavicseszköznek tűnő példány



található az édesvízi mészkő. Vastagsága 2–3 m, tavi–mocsári típusú. A feltárásban jól megfigyelhető a forrás feltörési centrum is. A fekü kavicsos összletéből Kretzoi M. – Pécsi M. (1979) és Vörös I. (1979) *Archidiskodon meridionalis* fogakat határozott meg (20. ábra).

### 35. Les-hegyi előfordulás

A Csúcsos-hegy É–D-i irányú gerincvonulatának folytatásában, attól egy erőzős–deráziós völgyel elválasztva emelkedik ki környezetéből az édesvízi mészkő-takaróval fedett Les-hegy (235 m tszf.) (20. kép). A környéken alacsonyabb szinten elszigetelten kisebb területi elterjedésben is vannak édesvízi mészkövek 200 m, 190 m és 175 m tszf.-i magasságban.

Az édesvízi mészkőösszlet legfelső (220–235 m-es) szintje kemény, egynemű, tömött, rétegzetlen kifejlődésű, felső részében homok és homokkő rétegek települnek közbe. A meszes, homokos rétegből Schréter Z. (1953) *Radix auricularia* L., *Planorbis planorbis* L., *Fagocia acicularis* FER., *Helicella hungarica* SOÓS ET WAGN. faunát határozott meg.

A Les-hegy csúcsától K-re 6–7 m vastagságú, gyengén és jól görgetett, apró és közepes szemmagyságú kavicsanyagot tartalmazó konglomerátum sziklák vannak. Benne Koch A. (1900) és Schréter Z. (1953) által említett *Elephas planifrons* Falc. (újabban Kretzoi M. által *Archidiskodon meridionalis*-nak határozott) zápfogak lenyomatai ma is jól megfigyelhetők (19. kép).

A 3–6 m vastagságú les-hegyi édesvízi mészkőösszlet főként tavi–mocsári kifejlődésű, de alacsonyabb szinteken megfigyelhetünk tetarátás típusú édesvízi mészkövet is.

### 36. Szomód–kender-hegyi előfordulások

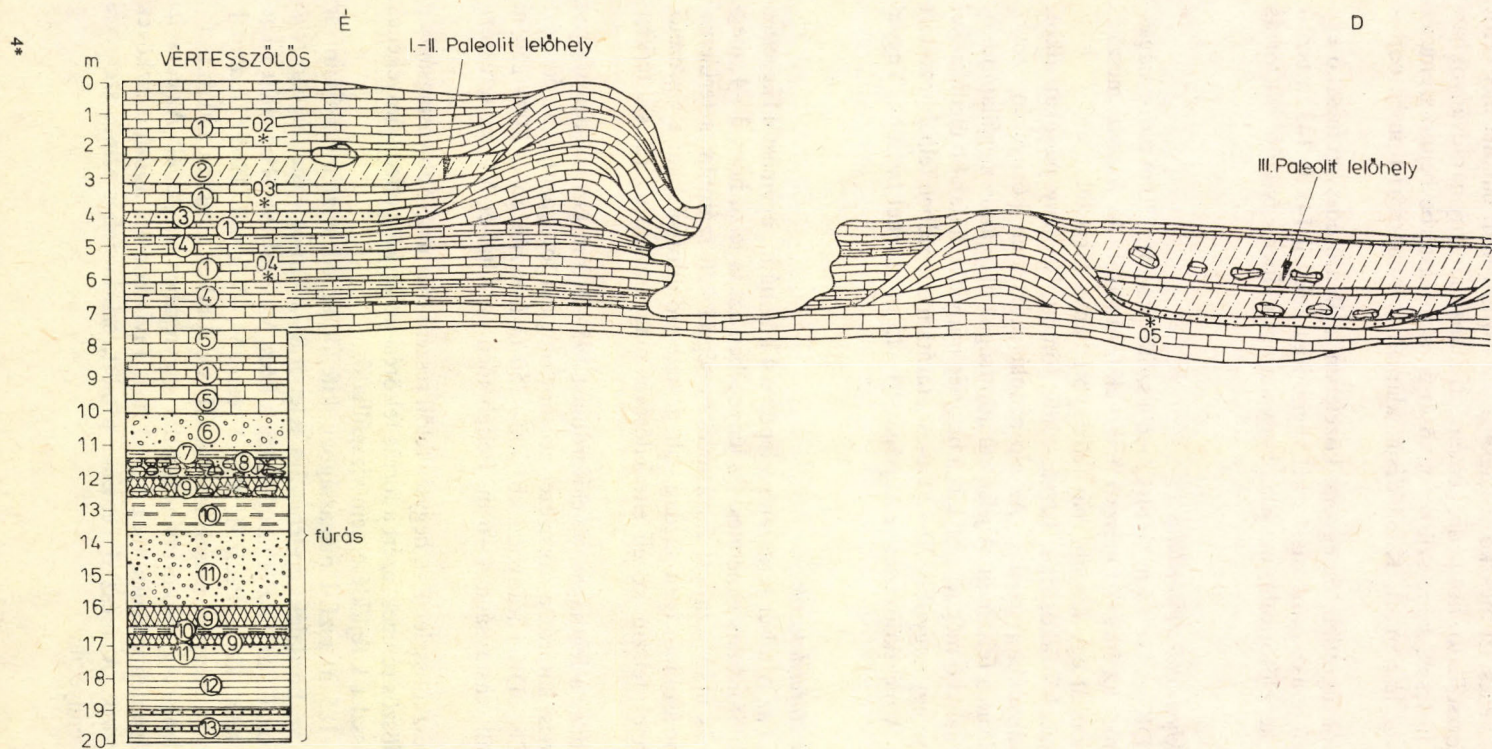
Szomód községtől DK-re, kb. 2 km távolságra a Tata–Agostyán út bal oldalán, 181 m tszf.-i magasságban helyezkedik el a kender-hegyi előfordulás. A lapos teraszfelszínen a csúcs környezetében találjuk — főként törmelékben — az édesvízi mészkövet. A mészkő általában laza, növényi részekben rendkívül gazdag homok és finomabb szemcsékkel erősen szennyezett. Kormos T. és Schréter Z. (1915) innen *Bithynia tentaculata* L., *Planorbis planorbis* L., *Planorbis spiralis* L. példányokat gyűjtött. Az édesvízi mészkő tavi–mocsári kifejlődésű. Innen a szerzők archaikus jellegű paleolit eszközöket gyűjtöttek. Nagy hasonlóság ismerhető fel a kifejlődés alapján a vértesszőlősi legfelső előfordulással.

A mészkő fekéjében kis- és középnyagyságú, erősen görgetett eredetű kavicsos rétegek figyelhetők meg. Ezt a kavicsos összletet a teraszvonulat ÉNy-i részén levő kavicsbányák tárják fel. A bányában megfigyelhető mésszel összecementált mészkőblokkok jelzik a forrásfeltörés közelségét és egyben azt is, hogy az édesvízi mészkövet lerakó vizek ezeken a kavicsos rétegeken keresztül törtek fel. Az édesvízi mészkő vastagsága 6–10 m-re becsülhető. E források ősei a les-hegyi források voltak.

### 37. Mária Magdolna-majori előfordulás

A majortól K-re és ÉK-re, a Tata folyó III. sz. teraszfelszínéből kiemelkedve két helyen találjuk meg az édesvízi mészkövet. A Tata–Komárom műút az előfor-





21. ábra. Az Által-ér IV–V. sz. hordalékkúp-teraszára települő édesvízi mészkőösszlet szelvénye az alsópaleolit lelőhellyel. 1 = laza szerkezetű, vékonyan rétegzett travertino; 2 = rétegzett lösz; 3 = mésziszapos finom homok; 4 = mésziszap; 5 = tömör szerkezetű, vastagpados travertino; 6 = aprókavics homokkal; 7 = okkersárga agyag; 8 = helyi törmelékkúp kavics, durva mészkő kavics és aprókavics együtt; 9 = fosszilis vörös agyagtalajok; 10 = tarka teresztrikus agyag; 11 = folyóvízi aprókavics homokkal (Által-ér anyaga); 12 = harmadidőszaki agyag; 13 = homokbetelepülések; \*02 = Th/U kora:  $128 \pm_{17}^{20}$  ezer év; \*03 = Th/U kora:  $217 \pm_{28}^{40}$  ezer év; \*04 = Th/U kora  $325 \pm_{60}^{80}$  ezer év; \*05 = Th/U kora > 350 ezer év (Szerk.: Pécsi M.—Scheuer Gy.—Schweitzer F.)



dulást feltárja. Az édesvízi mészkő vastagsága a 2–4 m-t nem haladja meg. Hol laza, kézzel is morzsolható, hol pedig kemény, általában növénymaradványokban gazdag, nagyon likacsos, színe szürkés fakósárga, a forrástérbe bejutó szemcsés üledékek szennyeződése miatt. Kifejlődésük alapján tavi-mocsári típusba sorolhatók.

A két egymástól független, de egymás közelében található édesvízi mészkő egy ÉNy-DK-i irányú teraszvonulatnak a két végpontján települ 145 és 142 m tszf.-i magasságban. A két előfordulás azt jelzi, hogy azonos időben egyszerre két forrás működött itt.

### 38. A baji szőlőkben levő előfordulás

Baj községtől DK-re, kb. 1 km távolságban a szőlők között, 220 m tszf.-i magasságban találjuk meg az édesvízi mészkő újabb előfordulását. Az édesvízi mészkőösszlet felső szakaszát egy kisebb, már felhagyott bánya tárja fel.

Az édesvízi mészkő fakósárga, barnásszínű, tömött, kemény padokat alkot, növényi maradványokban gazdag. Az előfordulás közvetlen környékén szürke homok és kavics van a felszínen. A jelenlegi adottságok alapján is megállapítható, hogy az édesvízi mészkő még tovább tart a hegység irányába, fiatalabb üledékekkel lefedve, és a bánya egy nagyobb, 20–30 m-es tetaráta medencében felhalmozódott rétegeket tár fel. A mészkőösszlet vastagságát 10–15 m-re lehet becsülni. Vegyes kifejlődésű.

### 39. Vértesszőlősi előfordulások

Vértesszőlősnél az Által-ér teraszaira települve 4 különálló, egymástól független édesvízi mészkőelőfordulás ismeretes. Ez lényegében azt is jelzi, hogy 3–4, megközelítően egymás után lezajlott forrástevékenységgel kell számolni a területen, amely egykor forrásokban igen gazdag volt. E kedvező adottságokat a vízvezető, karbonátos kőzetek felszín közeli elterjedésével magyarázhatjuk (2. sz. térképmelléklet).

39/a. A térszínileg a legmagasabb előfordulást 195–210 m tszf.-i magasságban találjuk. Elterjedési határát a környezet geomorfológiája jól igazolja; az édesvízi mészkőösszlet ÉNy-DK-i irányban kb. 300–350 m hosszúságú és 200–250 m szélességű. Becsült vastagsága 4–6 m. Feltehetően az Által-ér VI. sz. teraszára települt.

Az édesvízi mészkőösszlet K-i, hegység felőli részére már nagyobb vastagságban települnek fedő löszös rétegek, ezért a forrás feltörési helye, közvetlen környékének helyzete és az összlet kifejlődése nem vizsgálható.

39/b. A 170–185 m tszf.-i magasságban kifejlődött édesvízi mészkőszint az Által-ér IV–V. sz. hordalékkúp-teraszára települ 8–10 m-es vastagságban tetarátás kifejlődésben. Ez az összlet tartalmazza a Pécsi M. által 1962-ben talált világhírű alsópaleolit telepeket is [Pécsi M. 1973, Kretzoi M. – Vértesszőlő L. 1965 (21. ábra)].

39/c. A harmadik édesvízi mészkőszint a III. sz. Által-ér teraszon 140 m tszf.-i magasságban települ. Az egykori bányászattal nagyrészt lefejtették. Az édesvízi mészkő vastagsága nem haladta meg a 2–3 m-t. Tavi-mocsári típusú mészkövek csoportjába tartozik. A mészkő kemény, tömött, szürkésfehér színű, szemcsés anyagok nem szennyezik.





I. ÁLTALÁNOS DÖMBÖRZATI FORMÁK

- Magas fennsík, hegytető
- Alacsony fennsík
- Sasbérc
- Hegygerinc
- Hegyhát
- Lejtőpihenő
- Hegyláblépcső
- Domborzati nyereg

II. FOLYÓVÍZI AKKUMULÁCIÓS FORMÁK ÁLTALÁBAN

- Alacsony ártér
- Magas ártér
- II/a sz. terasz
- II/b sz. terasz
- III.sz. terasz
- IV.sz. terasz
- V.sz. terasz
- VI.sz. terasz
- VII.sz. terasz
- Patak menti terasz
- Medencetalpi törmelékkúp
- Lejtőoldali törmelékkúp

III. FOLYÓVÍZI ERÓZIÓS FORMÁK (MEDREK, VÖLGYEK)

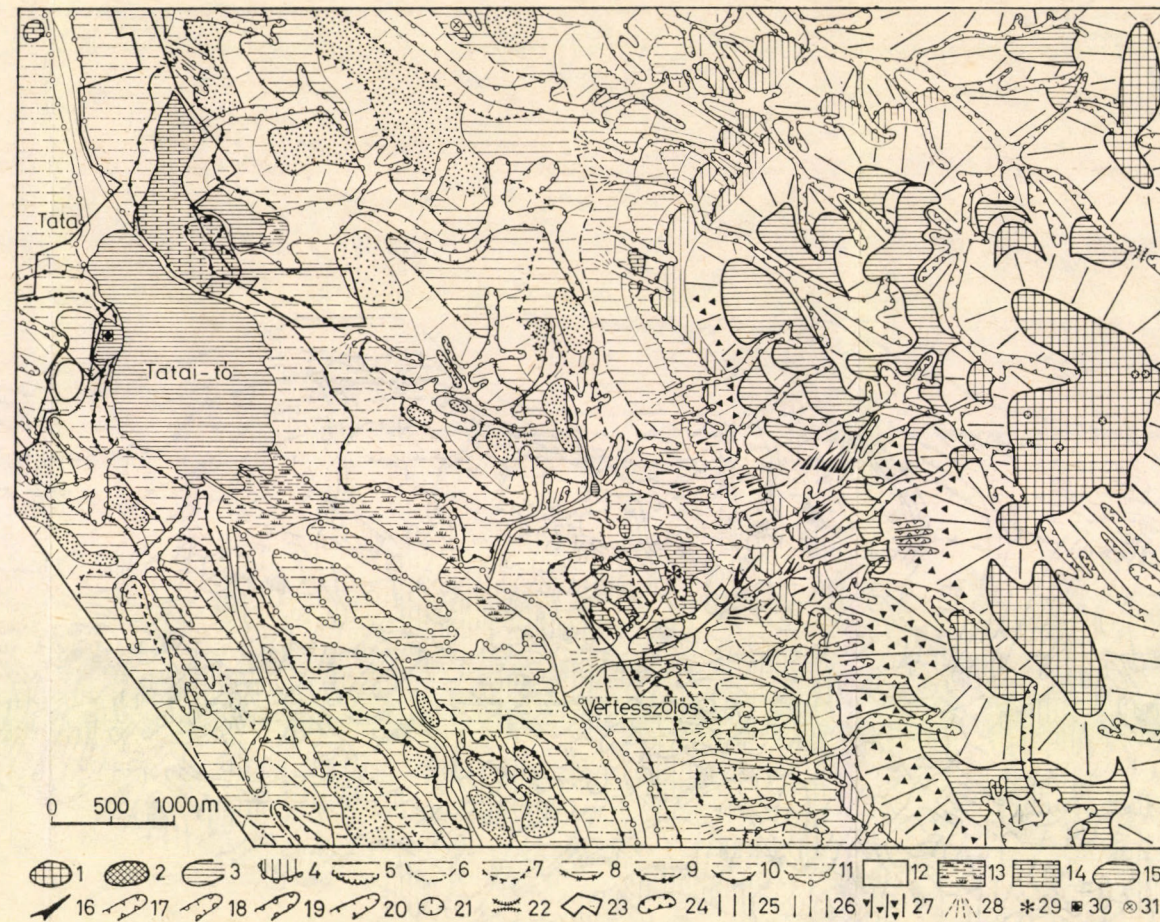
- Kis patakok elhagyott medrei
- Lefűzött meder (meander)-maradvány (általában 1m-nél mélyebb)
- Eróziós árok
- Eróziós völgy
- Deráziós völgy
- Eróziós-deráziós völgy
- Deráziós fülke

IV. LEJTŐK ÁLLAGA

- Lejtő általában (főleg egyensúlyi lejtő)
- Időszakosan egyensúlyi lejtő
- Csuszamlásos lejtő
- Árvédelmi töltés
- Édesvízi mészkövek kataszteri számmal



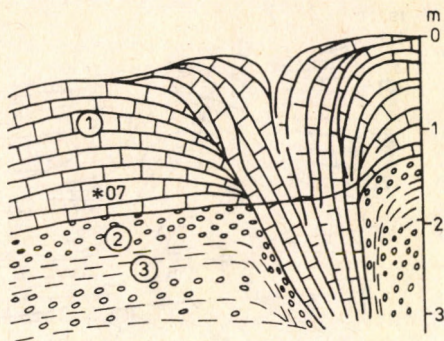
2. SZ. MELLÉKLET



Vértesszőlős és tágabb környezetének geomorfológiai térképe (Szerkesztette: Pécsi M.—Schweitzer F. 1986). 1 = fennsík (450–500 m tszf.); 2 = sasbérc; 3 = magasabb helyzetű hegyláb felszín (300–370 m tszf.); 4 = alacsonyabb helyzetű hegyláb felszín (240–300 m tszf.); 5 = VI. sz. terasz; 6 = V. sz. terasz; 7 = IV. sz. terasz; 8 = III. sz. terasz; 9 = II/b. sz. terasz; 10 = II/a. sz. terasz; 11 = I/b. sz. terasz; 12 = ártéri sík; 13 = vizenyős területek; 14 = édesvízi mészkövek; 15 = tavak; 16 = eróziós vízmosások; 17 = eróziós árkok; 18 = eróziós–deráziós völgy; 19 = deráziós völgy; 20 = eróziós völgy; 21 = dolina; 22 = nyereg; 23 = település; 24 = édesvízi mészkőbánya; 25 = stabil meredek lejtő; 26 = stabil enyhe lejtő; 27 = törmelékmozgásos lejtő; 28 = törmelékkúp; 29 = a vértesszőlősi paleolit lelőhely; 30 = a tatabányai paleolit lelőhely; 31 = a kenderhegyi paleolit lelőhely



22. ábra. Az Által-ér III. sz. terasza és az azt befedő forráskúpos típusú édesvízi mészkő. 1 = édesvízi mészkő; 2 = aprószemű, alig görgetett mészkő, Th/U kora 248 ezer  $\pm$  67 ezer év; 3 = kavics



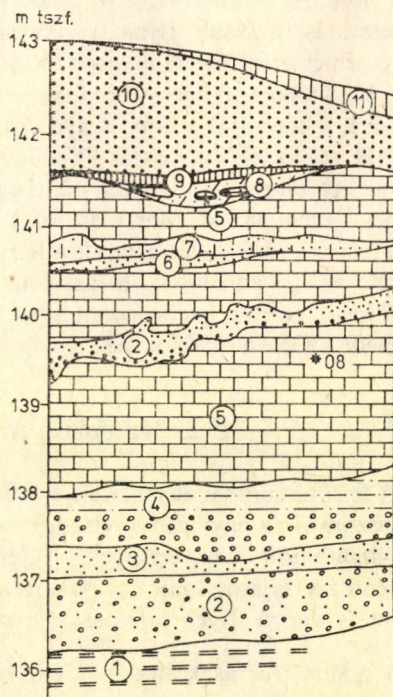
Az előfordulás DNy-i részén levő feltárásban kibukkannak az oligocén rétegek, iszap, agyag, aprókavicsos homokok kifejlődésben. Az oligocén rétegek felszínére nem nagy vastagságban az Által-ér teraszanyaga rakódott le és a mészkő erre települt (22. ábra, 21. kép).

39/d. Az Által-ér II/b. sz. teraszára települ a térszínileg a legalacsonyabban fekvő 4. édesvízi mészkőelőfordulás. A mészkőelőfordulás geomorfológiailag jól körülhatárolható, a környező térszínből kiemelkedve önálló kúpot alkot – 145–150 m tszf.-i magassággal –, az édesvízi mészkő tavi-mocsári kifejlődésű, vastagsága 3–4 m (23. ábra).

#### 40. Tatai előfordulások

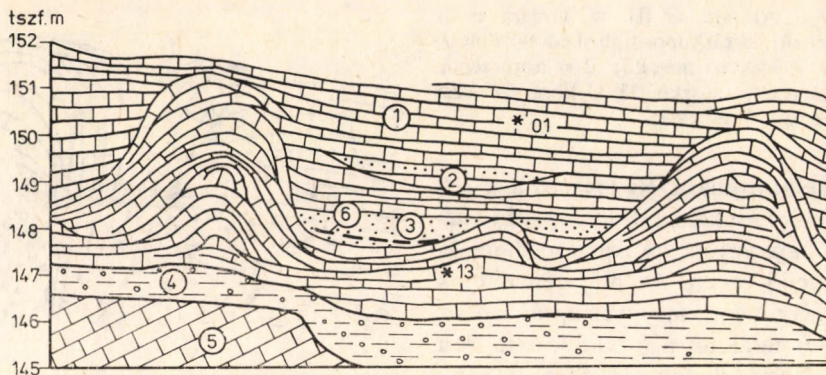
Tata területén számos helyen van édesvízi mészkő, és ezek területi elterjedésére vonatkozóan gazdag irodalom van: Lenkei T. (1943), Horusitzky H. (1923), Schréter Z. (1953), Vértés L. és mtsai (1964), Scheuer Gy. – Schweitzer F. (1974a, 1978). Itt találjuk meg a Nyugati-Gerecse hegység rész fiatalabb felsőpleisztocén és holocén édesvízi mészkőelőfordulásait. Ezen a területen több tucat édesvízi mészkövet lerakó karsztforrás működött. A karsztforrások mezozoos kőzetekből fakadnak és az Által-ér allúviumán, a II/a. sz. és esetenként a II/b. teraszon (Népkerti források). A fakadási szintek 120–140 m tszf.-i magasság között váltakoznak. Legmagasabban az ún. Népkerti-források fakadnak, 140 m tszf.-i magasságban, legalacsonyabban (120 m tszf.) a Fényes-források.

40/a. Az Által-ér allúviumán és a II/a. sz. teraszon képződött édesvízi mészkövek



23. ábra. Az Által-ér II/b sz. teraszára települő édesvízi mészkőösszlet szelvénye. 1 = oligocén slír; 2 = kavics; 3 = szürke homok; 4 = agyag; 5 = édesvízi mészkő; 6 = eolikus homok; 7 = mésziszap; 8 = delle kitöltés; 9 = fosszilis talaj; 10 = futóhomok; 11 = recens talaj; \*08 = édesvízi mészkő Th/U kora 135 ezer  $\pm$  11 ezer év





24. ábra. Az Által-ér II/b. sz. teraszára települő édesvízi mészkőösszlet feltárása és a paleolit telep geomorfológiai helyzete (Scheuer – Schweitzer 1983). 1 = tetarátás típusú édesvízi mészkő; 2 = tetarátá medencében kialakult mésziszap; 3 = eolikus homok; 4 = teraszkaics és homok; 5 = triász mészkő; 6 = paleolit telep; \*01 = Th/U kora 98 ezer év  $\pm$  8 ezer év; ESR kora 81 ezer  $\pm$  16 ezer év; \*13 = Th/U kora 101 ezer  $\pm$  10 ezer év

tavi–mocsári típusúak, laza, szivacsos szerkezetűek, iszap- és homokrétegek tagolják, színük sárgásszürke, fakósárga. Vastagságuk általában 1–2 m. Az Által-ér allúviumán (122 m tszf.) és a Fényes-források által lerakott édesvízi mészkövek és a Nagy-tó Ny-i és K-i oldalán a II/a. sz. teraszra települt édesvízi mészkövek szintjei tartoznak ide.

40/b. Az Által-ér II/b. sz. teraszára települő édesvízi mészkövek tavi–mocsári és tetarátás típusúak. Ilyen kifejlődésű édesvízi mészkő fordul elő a Nagy-tó ÉK-i részén és attól ÉK-re a város területén a Cseke-tóig. Az itt települő tetarátás rétegeket a Cseke-tó környékén fakadó ún. „Angol kerti-források” (Népkerti-források) vizei, a mélyebb szinten folyó Által-érbe történő befolyási úton építették fel.

Hasonló lejtői tetarátás kifejlődésű édesvízi mészkőösszletet találunk a Nagy-tó Ny-i oldalán, a gimnázium alatti egykori kőbányában is, ahol a híres paleolit telep is megtalálták. Már Kormos T. (1912) is utalt a telep leírásával kapcsolatosan a tetarátás kifejlődésre, amikor leírja, hogy a löszre ráborulnak az édesvízi mészkőrétegek. Itt az édesvízi mészkő az Által-ér II/b. és II/a. teraszára települ egymás fölötti tetarátá medencerendszereket alkotva. A II/b. sz. terasz egyik tetarátá medencéjében találták meg a tatái paleolit telepet (24. ábra).

## 5.2. Az édesvízi mészkövek geomorfológiai helyzete

A felsőpannóniai alemelettől a holocénig képződött édesvízi mészkövek települési viszonyai és egymáshoz viszonyított helyzetük alapján szembetűnő sajátosságok állapíthatók meg, amelyek a Gerecse-hegységre jellemző karszthidrodinamikai rendszer sajátosságaira, a paleogeomorfológiai és a szerkezeti viszonyokra vezethetők vissza. Ilyen sajátosságok közé tartozik többek között:

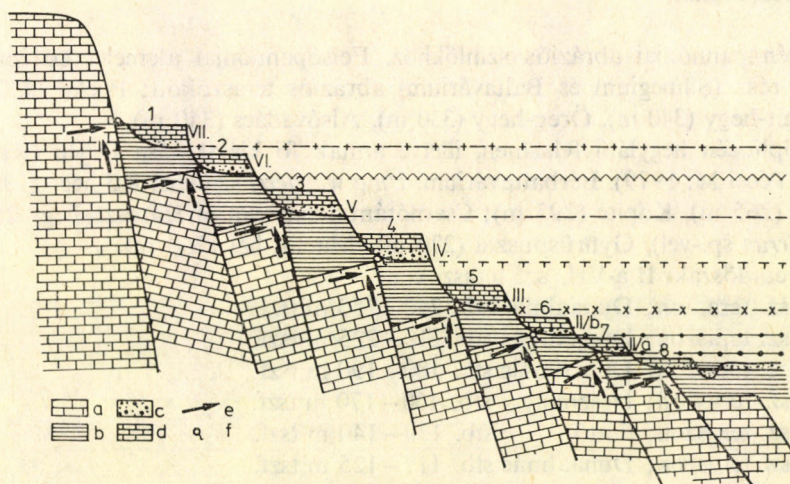
1. a karsztforrások általában a domborzat legmélyebb fekvésű karsztos kőzeteiből fakadnak;



2. az egyidőben működő források térszínileg megközelítően azonos magasságban fakadnak ( $\pm 15$  m);
3. ennek megfelelően egy területegységnél az azonos korú mészkövek kisebb eltérésekkel, azonos magasságban képződhettek;
4. az édesvízi mészkövek legtöbb esetben bizonyos völgykeresztmetszetben egymás alatti sorozatokat alkotnak, jellegzetes geomorfológiai szintekhez kapcsolódva.

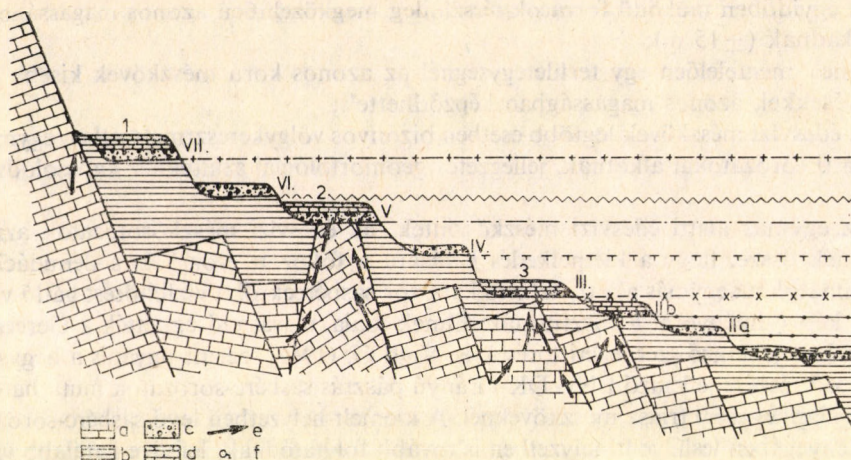
Az egymás alatti édesvízi mészkőszintek, az édesvízi mészkősorozatok azzal függnek össze, hogy a kiemelkedés hatására a fokozott erózió és a denudációs folyamatok az egymás alatti víztartó karsztos sasbércekről a vízfeltörést gátló vízzáró képződményeket lepusztították. Ennek kialakulását elősegítették a Gerecse-hegységre jellemző szerkezeti törések is. Vigh G. (1961) szerint ugyanis a hegység középső részére jellemző ÉNy-DK-i irányú pásztás sasbérc-sorozatok mutathatók ki az alaphegységi triász mészköveknél. A kiemelt helyzetben levő sasbérc-sorozatok lényegében lesüllyedt helyzetben is tovább folytatódnak, lefedve fiatalabb vízzáró – főként pannóniai – üledékekkel, s ezért az erózió egy-egy magasabb helyzetű sasbérce, melyen a vízzáró képződmények kisebb vastagságúak, aránylag gyorsan exhumálni tudta. Miután ezek a sasbércek lépcsősen egymás után és egymás alatt következnek, a tektonikus mozgások és főként a völgybevágódások hatására kialakultak azok a geomorfológiai feltételek, amelyek a sasbérc-sorok egyes tagjainál az egymás alatti mélyebb helyzetű források felszínre törését kiváltották (25–26. ábra).

Az édesvízi mészkövek hidrogeológiai és geomorfológiai helyzete alapján kitűnt, hogy az édesvízi mészkövet lerakó források legtöbb esetben a legalacsonyabban fekvő szabad felületű karsztrögből fakadtak. Máshol azért nincsenek karsztforrás-



25. ábra. A teraszok és a travertino kapcsolatának általánosított paleogeomorfológiai szelvénye. a = triász karbonátos, vízvezető kőzetek; b = harmadidőszaki vízzáró képződmények; c = teraszakvics és homok a teraszok számával, I–VII-ig; d = travertinoösszletek a képződési fázisok számával, 1–8-ig; e = a vízáramlás iránya; f = forrás





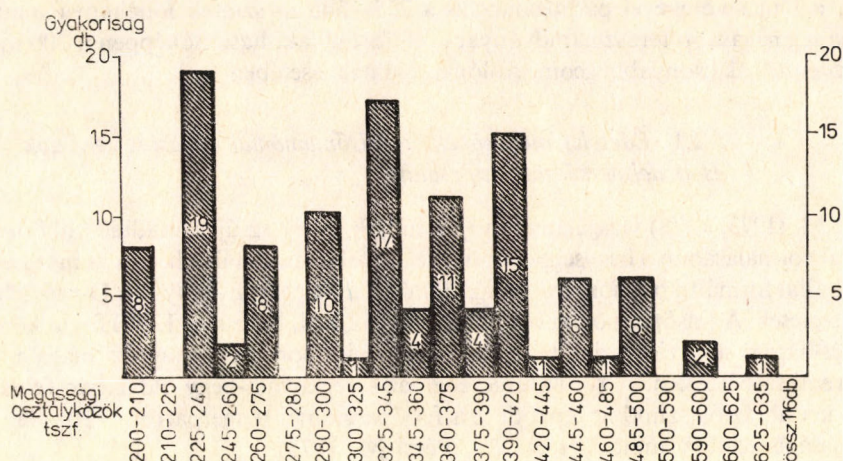
26. ábra. Meghatározott teraszokhoz kapcsolódó travertinoösszletek általánosított paleo-geomorfológiai szelvénye. a = triász karbonátos vízvezető kőzetek; b = harmadidőszaki vízzáró képződmények; c = terasz kavics és homok a teraszok számával, I–VII-ig; d = travertinoösszletek a képződési fázisok számával, 1–4-ig; e = a vízáramlás iránya; f = forrás

sok, mert a vízvezető karsztos kőzeteket nagy vastagságú vízzáró képződmények fedik, vagy pedig a karsztos kőzetek a felszínen olyan magasságban fordulnak elő, amelyek meghaladják a karsztrendszer hidrodinamikai egyensúlya révén kialakult karsztvízszintet.

A gercse-hegységi édesvízi mészkőszintek jellegzetes geomorfológiai szintekhez kapcsolódnak:

1. Pliocén–pannóniai abrázíós szintlőkhöz. Felsőpannóniai alemelet középső és felső rész (Sümegium és Baltavárium) abrázíós teraszokon; Pockő (330 m), Margit-hegy (340 m), Öreg-hegy (330 m), Alsóvadács (340 m).
2. Felsőpliocén hegylábi felszínen, illetve annak fő kialakulása idején (Kretzoi M. – Pécsi M. 1979). Bértaltavárium, *Unio wetzleri* szinten: Kő-hegy (290 m), Epöl (265 m), Kőpíte (295 m); Csarnótánumban: süttői Haraszti-hegy 260 m (*Tapirrus* sp.-vel), Gyűrűpuszta (270 m), Madari-hát (260 m).
3. Negyedidőszaki II/a–VII. sz. teraszokon:
  - VII. sz. terazon; Dunaalmás stb. 240–250 m tszf.
  - VI. sz. terazon; Dunaalmás stb. 210–225 m tszf.
  - V. sz. terazon; Dunaalmás stb. 180–190 m tszf.
  - IV. sz. terazon; Neszmély stb. 160–170 m tszf.
  - III. sz. terazon; Süttő stb. 130–140 m tszf.
  - II/b. sz. terazon; Dunaalmás stb. 117–125 m tszf.
  - II/a. sz. terazon; Dunaalmás stb. 108–112 m tszf.
 és holocén szinteken:
  - I/b. sz. szinten: Dunaalmás, Csokonai-, Lilla-források 105 m tszf., az Által-ér allúviumán a tatai Fényes-forrásoknál 122 m tszf.





27. ábra. A magasabb geomorfológiai szintek gyakorisága a Gerecse-hegységben

Szárazzá vált forrásbarlangok az idősebb pannóniai, illetve pliocén lepusztulás-szintekhez kapcsolódhatnak, ezek csak kiegészítő korrelálás alapjául szolgálhatnak, mivel a völgyfejlődés egyes szakaszait képviselhetik.

A Gerecse-hegység területén, annak körzetében a 200 m-nél magasabb geomorfológiai szintek gyakoriságát a 27. ábra szemlélteti.

Ez az ábra genetikai értelmezéstől függetlenül a terepen a domborzaton előforduló gyakori, közel azonos magasságú kiterjedtebb felszínek előfordulásáról tájékoztat. A hegység területéről összesen 116 számításba vehető felszínt elemeztünk ki. Ezek közül leggyakrabban előfordul a 225–245 m tszf.-i magasságú felszín, mely 19 esetben volt összeszámolható. Ezt követi a 325–345 m magasságú szint 17 előfordulásával, a harmadik a 390–420 m magasságú szint, 15 esetben. A leggyakrabban előforduló 225–245 m magas felszín többnyire a heglábfelszín tartozéka, ennek a lealacsonyodottabb része; az ezt követő 325–345 m magas szint a heglábfelszín hegységperemhez közelebb eső része, helyenként kapcsolódhat a felsőpannóniai alacsonyabb abrázációs szintekhez, míg a 390–420 m magasságú szintek egy része a felsőpannóniai abrázációs szintlő magasabb kifejlődésű vagy kiemeltebb változata. Az ennél magasabb, de gyakoriságban közepes értékű szintek 450–490 m közöttiek, feltehetően a paleogén pedimentáció során átformált sasbérc-tetők felszínének tekinthetők. A középhegységben a 270–290 m magasságokban 8–10 esetben előforduló völgyközi hátaik lényegében a felsőpliocén heglábfelszín elsímtott maradványai, vagy a felsőpannóniai abrázációs szinthez igazodó alacsonyabb heglábfelszínnek csoportját képviselhetik. Mindez az értelmezés csupán megközelítő, és az előforduló konkrét esetek alapján minősíthetők, így ezeknek a konkrét eseteknek a száma lényegesen kevesebb. Ezek között vannak küszöbhelyzetben fekvők, tehát a medencetalpak és a magasabb sasbérc-felszínnek közötti szinten maradt sasbércek, tönkök, melyek a tektonikus mozgások differenciáltsága következtében helyezkednek el ezen a magasságon. A Gerecse É-i pere-

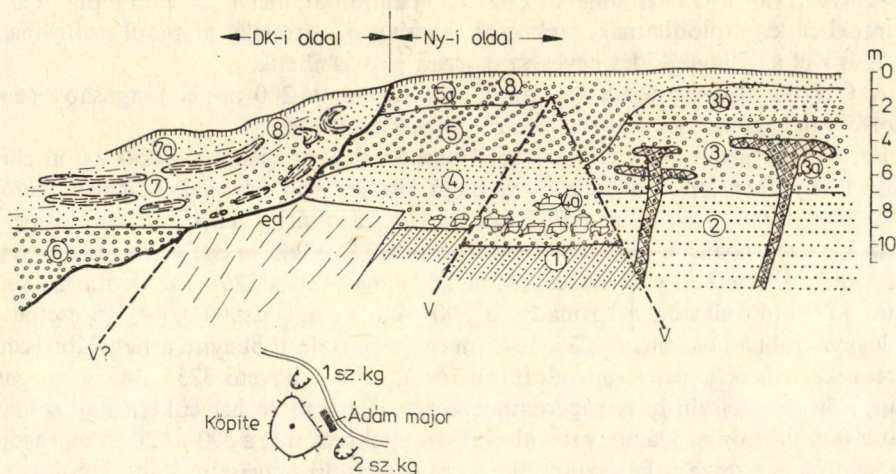


mén, a Duna völgyével párhuzamosan a 225–245 m szintek jónéhánya mint a Duna legmagasabb teraszmaradványai is előfordulnak, hasonlóképpen a 200 m-es és az ennél alacsonyabb geomorfológiai szintek esetében is.

### 5.2.1. Édesvízi mészkövek, a felsőpannóniai abrázíós teraszok és a deltakavicsok kapcsolata

Pécsi M. (1973, 1978) vizsgálatai alapján tudjuk, hogy az újharmadidőszaki domborzat formálásában a hegységperemeket elérő felsőmiocén és pliocén transzgresz-sziók által formált abrázíós teraszok különösen a hegység É–ÉNy-i és D-i részében jellegzetesek. A felsőpannóniai beltő a Gerecsét É-ról, Ny-ról és D-ről fogta közre, és két-három abrázíós színlőt, illetve deltakavics sorozatot hagyott maga után a peremi sasbérceken. A Ny-i Gerecsében az Öregkovács-hegy oldalában feltehetően két abrázíós színlő is képződött a felsőpannóniai tengerparton (420–480 m magasságú színlők minősíthetők ide, Pécsi M. 1973).

A Gerecse É-i előterében kifejezetten két-három pannóniai abrázíós színlő követhető 315–340–360 m tszf.-i magasságban; Pockónél (330 m), Alsóvadácsnál (350 m), Margit-hegyen (340 m), a lábatlani Öreg-hegyen (310 m) és a dunaszentmisklósi Öreg-hegyen (315 m). Ezek az *Unio wetzleris* szint felett helyezkednek el.



28. ábra. A Kőpité keleti oldalában levő kavicsbánya feltárásának vázlatos szelvénye (Pécsi M. szerint). 1 = homokos agyag, pannóniai (?); 2 = durva fehér homok, vízszintesen és helyenként ferdén rétegzett; 3 = homokos gyöngykavics, sok apró (1 cm Ø) fekete (bazalt?) kavics; 3a = forráskürtő, amelyben a homok és a kavics meszezebb konglomeráttá cementálódott, a kürtők mentén a kavics és a homok elvonszolódott; 3b = rétegzett homok, ritkasan gyöngykavicsal rétegezve; 4 = fehér kvarchomok, gyöngykavics zsinórokkal tagolva; 4a = édesvízi mészkőtömbök (0,3–1 m Ø) fehér kvarchomok beágyazásban; 5 = ferdén rétegzett apró- és középszemnagyságú kavics; 5a = vízszintesen rétegzett kavics, felső részében kevert, nem rétegzett; 6 = uralkodóan durva szemcsézettségű kavics, nem deltaszerkezetű, főként kvarcit, de számottevő a gránit, gneisz, lidit, metamorf kavicsok és az édesvízi mészkő kavicsok száma is; 7 = fehér homok, iszapos, meszes, agyagos rétegekkel; 7a = szürkés homok; 8 = lejtőtörmeléken humusz; v = vető, mérhető; v? = feltételezett vető; ed = feltűnő eróziós diszkordancia



Kretzoi M. – Pécsi M. (1979) beosztása alapján már feltehetően a Sümegiumba tartoznak (6. táblázat). Ennél alacsonyabb szinteken (tszf. 270–300 m) durva homokos-kavicsos hordalék deltaszerű kifejlődése ismerhető fel, amelyet feltehetően a felsőpannóniai alemelet alatt (Baltavárium) az alpi-kárpáti hegységkeret felől a Gerecséig húzódó folyók halmoztak fel (Kretzoi M. – Pécsi M. 1979). E deltaszerű képződmények a Gerecsében határozott geomorfológiai szintet képeznek, többnyire azonban ezek is csak lefedve, édesvízi mészkőtakarók alatt maradtak meg. Ide sorolhatjuk a dunaszentmiklósi Új-hegy (300 m tszf.) deltaképződménynek minősíthető kavicsösszletét, amelyet 35–40 m vastag édesvízi mészkő fed le, valamint a lábatlani Öreg-hegy 285 m tszf.-i magasságú kavicsösszleteket is (Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1982). Nem tisztázott még, hogy a felsőpannóniai deltaszerű kavicsos képződmények idősebbek lennének-e a magasabb helyzetű abráziós szinlőknél. Mindenesetre a deltaszerű kavicsos-homokos geomorfológiai szintre települő édesvízi mészkőösszletek nagyobb része már nem a tengerben, hanem szárazulati térszínen képződött a felsőpliocén során. Ezeket a kavicsokat görgetettségük alapján Pécsi M. (1959b) a Duna legidősebb VI., illetve VII. sz. teraszához tartozó képződménynek tartotta. Majd később, a hatvanas-hetvenes években, a Bakony környéki, illetve a Dunántúli-középhegység környezetében előforduló egyes jól görgetett, ún. gyöngykavicsok (billegei, szentbékálai stb.) települési viszonyainak tanulmányozása és a dunaszentmiklósi Új- és Öreg-hegy kavicsaival való összehasonlítás során kétségesse vált, hogy az utóbbit a Duna terasz kavicsokhoz lehet-e sorolni (Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1982). A köpítei (28. ábra) és az Ádám-majori újabb feltárásoknak a szelvényei azt mutatják, hogy Kőpíte és az Új-hegy-Öreg-hegy édesvízi mészkőve alatti kavicsok deltaszerű felhalmozódások és nem hordalékkúp-, illetve teraszképződmények, továbbá nagy valószínűséggel felsőpannóniai korúak.

Pécsi M. (1982) szóbeli véleményére utalva tehát nem lehet kizárni annak a feltevezését, hogy a Gerecse peremi deltakavicsok lehordási területéhez a kárpáti vízfolyások mellett az alpi vízgyűjtő terület is időszakosan bekapcsolódott.

#### 5.2.2. Az édesvízi mészkövek és a felsőpliocén hegyláb felszínek kapcsolata

A Gerecse-hegység előterében, továbbá a hegységközi medencékben a hegyláb felszínek általában 350–200 m tszf.-i magasságig enyhén lejtő felszínre nyelik el a mezozoós, az idősebb harmadidőszaki, több helyen a felsőpannóniai rétegeket is. Ugyanakkor a hegyláb felszínre pliocén édesvízi mészkő és helyenként a Duna legidősebb, VII. sz. terasza települ. Kretzoi M. és Pécsi M. (1979) szerint a Bakony körzetében a hegylábi felszíneket a fiatalabb bazalttakarók is lefedik, ez pedig azt jelenti, hogy a Dunántúli-középhegységet, illetve a Gerecsét övező felsőpliocén hegyláb felszín képződése tulajdonképpen már a felsőpannóniai alemelet felső részében, az ún. Baltavárium szakasz felső részében megkezdődött és folytatódott a terasztrikus pliocén, a csarnótai emelet végéig (Pécsi M. 1959a, b; Kretzoi M. 1979, Kretzoi M. és mtsai 1982). A Kő-hegyen, a Keleti-Gerecse É-i részén 275 m tszf.-i magasságban a hegyláb felszínre települő édesvízi mészkő *Unio* sp. kagylómaradványokban gazdag és a Központi-Gerecsében, a Haraszti-hegyen, 275 m-en



ugyancsak ezen a felszínen az édesvízi mészkő repedéseiben és a felszínén vörös agyagfoltok figyelhetők meg.

Az édesvízi mészkő repedéseiben megfigyelhető vörösayagos kitöltés korát a Villányi-hegységben a heglábi felszínen képződött karsztos repedések vörösayagos kitöltésének csarnótai szakasz fauna társulásának analógiája, valamint az édesvízi mészkőben talált csarnótai szakaszt képviselő *Tapirus* sp. (Jánossy D. 1979) alapján ítéljük meg. A Ny-Gerecsében — a dunaszentmiklósi Új-hegyen, Öreg-hegyen — az édesvízi mészkőtakaróra még kvarckavics, foszlányos réteg, ún. sporádikus kavics is telepszik. Ezzel csupán azt kívánjuk jelezni, hogy a Gerecse előterében a felsőpliocén heglábfelszín évmilliókon át képződött. A heglábfelszín formálódás a Gerecse-hegység területén mintegy 4–5 millió éven keresztül ment végbe. Az abszolút kronológiai időskálán belül a Sümegiumtól (8 millió évtől) a Villányiumig (3 millió évig) tartott (5. táblázat; 1. mell.).

Kretzoi M. és mtsai (1982) kutatásai alapján tudjuk, hogy kemény kőzeteken a csarnótai szakasznál nem későbbben kiformált heglábfelszín jórészt konzerválódott, és csak enyhén darabolódott fel. Viszont a hegységperemi laza kőzeteken kialakult heglábfelszínek — nem glacis-k — számottevően tovább formálódtak, és fokozatosan völgyközi hátakra bomlottak fel (22. kép).

A Keleti- és a Központi-Gerecse dombháti felszínét ehhez a negyedkor során lealacsonyodott heglábfelszínhez soroljuk. Ezt a geomorfológiai szintet tekintjük a negyedidőszaki völgyképződés kiindulási felszínének.

### 5.2.3. A folyóvízi teraszok és az édesvízi mészkőszintek kapcsolata

Az utóbbi évtizedekben folytatott célirányos pliocén és negyedkori geológiai és geomorfológiai részletkutatások (Bulla B. 1941; Láng S. 1950; Fink J. 1963; Pécsi M. 1959a, b, 1978; Pécsi M. — Scheuer Gy. — Schweitzer F. 1982) összegezeként megállapítható, hogy az alpi-kárpáti hegységkeretből a Pannóniai-medence felé érkező folyók árterét általában 5–7 terasz kíséri.

Sajátos geomorfológiai jelenség a Gerecse-hegységben, hogy a Duna és mellékfolyóinak teraszait — Bikol-patak, Tatai-folyó, Öreg-árok —, továbbá egyes völgyoldali lepusztulásszinteket legtöbb esetben édesvízi mészkőösszlet fedi be. Ez maga után vonja annak feltételezését, hogy azok a völgyoldali édesvízi mészkőelőfordulások, amelyek fekjében nem lehet folyóvízi üledéket észlelni, szintén erózióbázis szintet jelezhetnek. Tehát olyan geomorfológiai szintet képviselhetnek, amelynek völgyfejlődéstörténeti jelentősége lehet. A folyóteraszokon az édesvízi mészkő csak ott és addig képződött, ahol és amíg a karsztos források felszínre jutásának domborzati és hidrogeológiai adottságai fennállottak.

Egyes völgykeresztmetszetben lehetséges, hogy nem minden teraszon keletkezett édesvízi mészkő, viszont néhány bővízű, karsztos forrás olyan édesvízi mészkőképződményt rakott le, amely maga is kisebb lépcsőjű teraszos formát alkot. A pleisztocén édesvízi mészkőszintek és az addig megfigyelt teraszok száma közel azonos.

A Dunának a Gerecse előterében az ártéri szintek felett 6–7 terasz-szintjét lehet megkülönböztetni (Pécsi M. 1959a, b, 1978; Pécsi M. — Scheuer Gy. — Schweitzer F. 1982) (23. kép).



Jelzés	Holocén szintek				Pleistocén teraszok			Felsőpliocén	
	I.		II.		III.	IV.	V.	VI.	VII.
	a	b	a	b					
Magasság m-ben	3	5	10	22	35	60—70	80—90	110—130	140—160

A Gerecse peremén vastag édesvízi mészkőösszlet leginkább csak az idősebb (IV., VII. sz.) teraszokon fordul elő. Az alacsonyabb sorozat főleg egyes mellék-patakok völgyoldalain fejlődött ki. A Tatai-folyónak pl. a Gerecse Ny-i oldalán, a Dunának Almásneszmély–Dunaszentmiklós közötti szakaszán, vagy az Öreg-árok Ebszönybánya–Tokod közötti szakaszán minden teraszon (II–VII.-ig) előfordul édesvízi mészkő. Ezeknek egy-egy sorozatát vagy tagját abszolút kronológiai módszerekkel is sikerült meghatározni.

#### *5.2.4. Kavics konglomerátumok mint geomorfológiai szintek és értelmezésük*

A különböző genetikájú geomorfológiai felszíneken igen elterjedtek a forrásvizek hatására összecementált abráziós kavics, sporádikus kavics, delta kavics stb. Miután geomorfológiai, geokronológiai szerepük fontos, értelmezésüket a következőképpen foglaljuk össze.

A források hatására összecementált kavicsos anyag keletkezésének lehetőségei kétféleképpen magyarázhatók. A kavicsos rétegek összecementálódása a forrás-vizekből kivált mészyaggal először a forrásfeltörési centrum környezetében történik. A recens, ilyen típusú forrásoknál bizonyítottan kialakulnak a függőleges járatrendszerek, amelyekben felfelé áramlik a víz olyan formában, hogy a laza, kavicsos anyag a kivált mészhatására csőszerűen összecementálódik. Ennek egész szövevényes hálózata jöhet létre. A vízvezető karsztos sasbércet — melyből a forrásvíz származik — lefedő kavicsos-homokos üledékek általában nagyobb területen fordulnak elő, és ezért csak egy igen kis részük tekinthető a felszálló forrásvíz közvetítőjének. Ez a közvetítő réteg rendszerint jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkezik és a felszín közeli víztároló rétegekre jellemző vízháztartási viszonyai vannak. Így a beszívargás, párolgás vízszintbefolyásoló hatása alatt állnak, e rétegekben változó irányú és sebességű vízmozgás tapasztalható, továbbá a terület felszínfejlődési folyamatainak egy adott időszakában felszíni vizekkel (folyó, patak) is kapcsolatban van. Ebből látható, hogy ezek a laza üledékek nemcsak egyszerű közvetítői a felszálló forrásvizeknek, hanem saját talajvízzel is rendelkeznek. Ennek megfelelően, miután a kavicsos réteg jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkezik és a felszálló karsztvíznek nyugalmi szintje rendszerint magasabb a talajvízénél, oldal irányú vízelszívargás is fellép; kétféle víztípus keveredése jön létre. Ezek a hidrológiai adottságok meghatározzák, hogy a kavicsos réteg össze-



cementálódása csak arra a szakaszra koncentrálódhat, ahol a tisztán kalciumhidrogén-karbonátban gazdag, langyos források járják át a fedő szemcsés üledékeket. A mészkiválás és ezzel a kavicsos rétegek összecementálódása abban az időszakban is jelentős lehet, amikor a vízgyűjtő területen a vízbeszívárgás csökken vagy átmenetileg szünetel — száraz vagy arktikus éghajlati periódusok esetén. A források beszüntetik működésüket, a szemcsés üledékek azonban továbbra is csökkenő vízszintek mellett helyileg forrásokkal telítettek. Így ezeken a helyeken a forrástölcsérek környezetében erőteljes mészkiválás történik. A források vizeiből a mészanyag kiválását az oldatban tartáshoz szükséges feltételek megváltozása okozza (nyomáscsökkenés stb.).

Ennél az esetnél a laza rétegek teljes vastagságában figyelhető meg az összecementálódás, amely különböző kifejlődésű lehet: igen keménytől az egészen lazán kötöttig.

A másik összecementálódási típus az, amikor a lefolyó források ráfolynak a szemcsés üledékek felszínére és azt átitatva 1–2 m vastagságig összecementálják.

A fentiekben felsorolt típusok a Gerecsében nagyon gyakoriak, és megjelenésük minden esetben oldott sókban gazdag egykori karsztforrások feltörési helyeire utal. Ezért e képződmények is az édesvízi mészkövek mellett megbízható tájékoztatást nyújtanak a vízföldtani viszonyok fejlődésére és változásaira (24–25. kép).

### *5.3. Az édesvízi mészkövek kormeghatározása geológiai–geomorfológiai, biosztratigráfiai, paleo- mágneses és abszolút kronológiai ( $C^{14}$ , Th/U, ESR) módszerek alapján*

A pliocén és negyedidőszaki domborzatfejlődésre alapvető fontos relatív kronológiai információt nyújtanak egyes szárazföldi üledéktípusok, mint például a löszök, fosszilis talajok, lejtőüledékek, édesvízi mészkövek, vörösigyagok stb., különösen, ha valamely geomorfológiai szinttel párhuzamosíthatók.

A folyóvízi teraszokra, mint geomorfológiai szintekre települő rétegsorok kialakulásának relatív idejét regionális méretekben is lehet párhuzamosítani (Pécsi M. 1959b). A fiatalabb geomorfológiai szintek közül a Gerecse-hegységben elsősorban a folyóvízi teraszok és teraszszerű szintek nyújtják a negyedidőszaki felszínfejlődés vázát. Ezeknek a szinteknek kronológiájára gyakran biosztratigráfiai lelettel rendelkezünk.

Miután az édesvízi mészkövek jelentős része a Gerecse-hegységben a teraszokhoz kapcsolódik, a teraszok kora alapvetően fontos támpontot nyújt az édesvízi mészkövek korára vonatkozóan is.

A Duna-teraszok keletkezésének korát Pécsi M. (1959b) a korábbi kutatási eredmények figyelembevételével és részletes terepkutatásai során gyűjtött geológiai, geomorfológiai és paleontológiai adatok és leletek alapján a klasszikus terasz kormeghatározási módszerekkel határozta meg. A gyéren előkerült paleontológiai leletek kiértékelése mellett figyelembe vette a teraszokat befedő édesvízi mészkő- és löszösszletek sztratigráfiai jelentőségét, a teraszokban felismerhető krioturbiációs jelenségek glaciálisonként különböző típusait (Pécsi M. 1964). Továbbá felismerte,



hogy a nem glaciális szakaszok alatt felhalmozódott terasz kavicsok görgetettsége magasabb a glaciális klíma alatt lerakódott kavicsokénál.

Az azóta eltelt két évtized során néhány újabb olyan kormeghatározási módszer fejlődött ki, amelyekkel egyes teraszok abszolút korának megállapítására is lehetőség nyílt. A hetvenes évek elején először Pécsi M. – J. K. Osmond (1973) publikál tanulmányt egyes alacsony teraszokat befedő édesvízi mészkövek abszolút koráról Th/U módszerrel. Majd a hetvenes évek dereka óta M. A. Pevznerrel, a SZUTA Földtani Intézet Geofizikai Laboratóriumának főmunkatársával és Márton P.-rel együtt *paleomágneses elemzéseket* végeztünk az idősebb teraszokon és a teraszra közvetlenül települt édesvízi mészkőösszlet iszap- és agyagmintáin. Az 1970-es évek elején Pécsi M. vezetésével egy munkacsoport alakult – M. A. Pevzner (Moszkva), K. Brunnacker (Bonn), M. A. Geyh (Hannover), Bognár A. (Zágráb), Kretzoi M., Balogh J., Scheuer Gy., Schweitzer F. – a biosztratigráfiai leletekkel rendelkező geomorfológiai szintek geokronológiai értékelésére. Ez a munka jelenleg is tart, összefoglaló értékelésre, publikálásra csak részben került sor (Pécsi M. – Kretzoi M. 1979). Emiatt több, főként Th/U és ESR abszolút kronológiai adat e helyen kap először – az érdekeltek hozzájárulásával – nyilvánosságot. Időközben sikerült néhány radiokarbon vizsgálatot is végeztetni az alacsony teraszban talált, illetve a teraszt fedő löszösszletek fosszilis talajaiból (Hannoveri Laboratórium). Az említett abszolút kronológiai módszerekkel nyert újabb információk részben megerősítették a korábbi klasszikus módszerekkel végzett kormeghatározást, másrészt azonban – mint lentebb ismertetjük – pontosították azokat, továbbá lehetőséget nyújtottak arra, hogy több terasz kialakulási korát az abszolút kronológiai időskálával összehasonlíthassuk.

Az édesvízi mészkövek kortani tagolásának, geokronológiai helyzetének időskálában történő elhelyezésére Kretzoi M. – Pécsi M. (1979) által kidolgozott felsőkainozóos sztratigráfiai–morfogenetikai–klímátörténeti–élettörténeti szintézist, a pliocén–negyedkori kronosztratigráfiai rendszert vettük alapul.

#### *Az I. sz. teraszon képződött édesvízi mészkövek kora:*

A Duna és a Tata folyó ártere az I. sz. szint, a Gerecse előtéri szakaszán az új- és óholocénban formálódott ki (Pécsi M. 1959b). A terasz kavicsból előkerült fatörzs C<sup>14</sup>-es vizsgálata alapján (Hv. 6958:  $11\,850 \pm 10$  év B. P.) óholocén korú. Az ártéri szinteken újholocén korú és recens édesvízi mészkövek képződtek, illetve képződnek.

#### *Az első ármentes teraszra (II/a. sz.) települt édesvízi mészkövek kora:*

Az első ármentes (II/a. jelzésű) terasz felhalmozódását Pécsi M. (1959b) az utolsó glaciális végére (a felső würmbe) helyezte: *Mammuthus primigenius* faunával jellemezhető terasztest a posztglaciálisban vált terasszá.

#### *A második ármentes teraszra (II/b. sz.) települt édesvízi mészkövek kora:*

A második ármentes (II/b. sz.) terasz felkavicsolódása a riss vége és a R/W interglaciális (Pécsi M. 1959b, 1978). E terasz kavicsból előkerült mammutfogakat Kretzoi M. *Mammuthus primigenius* idősebb formájában határozta meg. Erre a teraszra települt édesvízi mészkő korát az utolsó interglaciálisba, a Mende Bázis



talajképződés időszakára rögzíthetjük. A tatai szelvényben az édesvízi mészkő Th/U kora  $101\,000 \pm 10$  ezer év és  $98\,000 \pm 8$  ezer év. A vértesszőlősi szelvényben a Th/U kora  $135\,000 \pm 12$  ezer év.

### *A III. sz. teraszra települt édesvízi mészkövek kora:*

Pécsi M. (1959b, 1964) a III. sz. terasz kialakulását, a középhegységi szakaszon, egyéb adatok hiányában, geomorfológiai helyzete és a kavicsok kisebb görgetettsége alapján riss glaciális korúnak vette. A Nyugati-Gerecse előterében a 37. kataszteri számú Mária Magdolna-majornál a III. sz. teraszra települt édesvízi mészkő abszolút korát J. K. Osmond  $190\,000 \pm 45$  ezer évesnek, a 39/c kataszteri számú vértesszőlősi édesvízi mészkövet K. Brunnacker  $248\,000 \pm 67$  ezer Th/U korúnak határozta meg. Ez utóbbinak ESR kora  $202\,000 \pm 20$  ezer év.

Az édesvízi mészkövek a riss I. (Drenthe) teraszon települnek, és az édesvízi mészkövek a riss I. és a riss II. (Warthe) közötti meleg szakaszban képződhetnek. Kretzoi M. – Pécsi M. (1979) beosztása alapján a III. sz. terasz kavicsot a rája települő édesvízi mészkővel az (oldenburgi) solymári szakasz középső részébe lehet besorolni.

### *A IV. sz. teraszra települt édesvízi mészkövek kora:*

Az ártér fölötti negyedik – eróziós, akkumulációs – szint a legújabb terasz-morfológiai, paleomágnese és faunisztikai vizsgálatok alapján a Brunhes paleomágnese időszakban – tehát a teraszüledék  $700\,000$  évnél fiatalabb –  $600$ – $700$  ezer év között képződött (Pécsi M. 1973, Kretzoi M. – Pécsi M. 1979).

A IV. sz. teraszra települt édesvízi mészkövek kora Th/U vizsgálatok szerint a vértesszőlősi és a dunaalmási szelvények alapján  $350\,000$  és  $600\,000$  év között képződhetett (Pécsi M. – K. J. Osmond 1973).

Kretzoi M. – Pécsi M. (1979) beosztása alapján a felsőbihari alemelet alsó részében, a Tarkó–Vértesszőlősi fázison belül képződhetett.

### *Az V. sz. teraszra települő édesvízi mészkövek kora:*

Az V. sz. terasz keletkezésének idejét geomorfológiai helyzete, a szórványos paleontológiai leletek és a  $70$ – $80$  m viszonylagos magasságú  $10$ – $15$  m vastag kavicsüledékben előforduló krioturbáció alapján Pécsi M. (1959b) az alsópleisztocénbe helyezte. Az *Archidiskodon meridionalis (planifrons)* és kísérő faunáinak újabb értelmezése alapján a  $2,5$  millió évig visszanyúltnak tartott alsópleisztocénbe sorolják (Kretzoi M. – Pécsi M. 1979; Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1982).

Az V. sz. Duna-teraszra gerecse-hegységi szakaszon – Dunaalmásnál –  $20$ – $30$  m vastag édesvízi mészkőösszlet települ számos homok és löszös iszap közbe rétegződéssel tagolva. Az édesvízi összlet homokos iszaprétegekből helyenként mikro- és makrofauna leletek kerültek elő – *Archidiskodon meridionalis*, *Emys orbicularis*, *Megaloceros* –, jellegük szerint alsóbihariumiak (Kretzoi M. 1955; Jánossy D. 1979).

Dunaalmástól (Almásneszmélytől) D-re, mintegy  $2$  km-re helyezkedik el  $180$  m tszf.-i magasságban a betlehemi előfordulás. Az V. sz. teraszt feltáró kavicsbányában újabban *Archidiskodon meridionalis* (Nesti) fogat és apróbb csont töredékeket



5. TÁBLÁZAT

Új harmad- és negyedidőszaki biosztratigráfiai és geomorfológiai szintek korrelációja Magyarországon (Szerk.: Kretzoi M.—Pécsi M. 1979)

Millió év	Lyell-rétegtan	Szárazföldi kronológia			Geomorfológiai szintek és teraszok			Medenceüledékek	Tektonika	Előfordulás	
		Emelet	Alemelet, szint		Travertino	Teraszok	Hegylábi szintek				
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	NEGYEDIDŐSZAK             P L I O C É N	Pilisium	Szántoium Solymárium		QM. 03/4	Továbbtagolását lásd a 6. táblázatban					
		Biharium	Felső (cf. Mosbachium)	Uppony Vértesszőlős		QM. 02	4. travertino	IV. terasz			
			Alsó (cf. Cromerium)	Tarkó	5a. travertino						
				Templomhegy	5. travertino		Va. terasz			bakui (2–300 m emelkedés)	
				Nagyharsány-hegy							
				Montepeglia							
				Betfia							
		Villányium	Kislángium		NM. 17	6. travertino	V. terasz				villányi
			Beremendium		NM. 16	7. travertino	VI. terasz				bazalttufa ? új-rómán
		Csarnótanum	Cserhegyium		NM. 15	8. travertino	VII. terasz VIII. terasz	alacsonyabb hegy-láb-szint			? román
			Wézeium								
		Ruscium			NM. 14	9. travertino	idős kavicstakaró	magasabb hegy-láb-szint			
		Baltavárium	Bérbaltavárium		NM. 13	10a. travertino	a folyórendszer kialakulása				10a. travertino: Gerecse: Mogyorósbánya; Kő-hegy; Várpalota;
			Hatvanium		NM. 12						bazaltkitörés: Pula
			Sümegium			10. travertino	abráziós terasz			10. travertino: Várpalota; Nagyvázsony; Széchenyi-hegy; Gerecse: Új-hegy (320)	
			Csákvárium		NM. 11	11. travertino	abráziós terasz delta kavics			abráziós terasz: Gerecse: Margit-hegy; Vértes: Haraszti-hegy; K. Bakony: Várpalota;	
										11. travertino: Szabadság-hegy (499–472) D. Bakony: Kapócs	
										abráziós terasz: Bakony: Bakonyháza; Vértes: Murva-domb; Gerecse: Dunaszentmiklós (delta kavics)	
		Eppelsheimium	Rhenohassium		NM. 10		abráziós terasz delta kavics				
			Bodvaium		NM. 9						
			Monacium		NM. 8		abráziós terasz				abráziós terasz: Budai-hg.: Diósd-Sóskút; Balaton-felvidék; Balatonfüred
										szárazföldi üledékek fluviolakusztis homokösszlet	
								a fő pedimentáció kezdete			
								felsőpannon homok-, iszap-, agyagesoport			
								alsópannon márgaösszlet öntődei- és üveg- homok			
								báziskavicsösszlet			



*A felsőpleiocén és pleisztocén szárazföldi képződmények biosztratigráfiai és geomorfológiai szintjeinek korrelációja (Szerk.: Kretzoi M.—Pécsi M.)*

Millió év	Holo-cén	Szárazföldi kronológia		Üledékképződés						Geomorfológiai szintek	Példák		
		Emeletek, szintek		alacsonyhegység – hegylábi övezet					Medencék				
				Teraszok		Fosszilis talajok	Löss	Evaporitok					
0,2	PLEISZTOCÉN	Felső	Pilisum	Szántóium		IIa. terasz	(Löss, vályog, agyag stb.) vöröses agyagok	MF BD BA MB	fiatalabb löszök	2. travertino 2a. travertino 2b. travertino	Tiszai komplexum		
0,4				Solymárium	Drenthium	IIb. terasz	(hideg éghajlati üledékek)				3. travertino (190 000 év Th/U)		3. travertino: Kiscell (Óbuda)
0,6					Needium	III. terasz	vöröses agyagok	Phe			3a. travertino (270 000 év Th/U)		4. travertino: Vértesszőlős budai Várhegy
0,8		Középső	Biharium	Felső Biharium (cf. Mosbachium)	Upponyi szint	L ö s z			paksi idős lösz-komplexum	4. travertino (350 000 év Th/U)			
1,0					Vértesszőlősi szint	IV. terasz	erózió, evaporitok fakórózsaszín agyagok	Mtp PD <sub>1</sub> PD <sub>2</sub>					IV. terasz: Dunaalmás
1,2					Tarkői szint		kalcitos kiválások			5a. travertino	Jászládányi szakasz		
1,4					Templomhegyi szint		sötétvörös terrarossa (montmorillonitos)	PDK					
1,6					Alsó Biharium (cf. Cromerium)	Nagyharsányhegyi szint	Va. terasz	löss, fakósárga vályog		rózsaszínű iszap homok	5. travertino	glacis képződés nagyobb völgyek és hegységközi medencék oldalán	Va. terasz: Csömör-Cinkota
1,8						Montepegliai szint		kalcitos kiválások					5. travertino: Dunaalmás 3
2,0						Betfai szint	V. terasz	sötétvörös terrarossa (montmorillonitos)	Dfr <sub>1</sub>				V. terasz: Dunaalmás
2,2	Alsó	Villányium		Mészkőhegyi szint		fakósárga vályog					6. travertino: Dunaalmás 4		
2,4				Mezőföldi szint		kalcitos kiválások			6. travertino	idősebb hordalékkúp képződés	6. travertino: Mátraalji hordalékkúp		
2,6					VI. terasz	sötétvörös terrarossa (montmorillonitos)	Df <sub>1</sub>				VI. terasz: Dunaalmás (Cinkota)		
2,8						kalcitos kiválások			7. travertino	dömösi hegylábszint	7. travertino: Dunaalmás 5		
3,0				Beremendium	VII. terasz	sötétvörös terrarossa (montmorillonitos)	Df <sub>2</sub> Df <sub>3</sub>						
3,2						kalcitos kiválások	Df <sub>4</sub>		8. travertino	alacsonyabb hegyláb-felszín képződés a Mátraalján	VII. terasz: Dunaalmás, Kemeneshát		
3,4			Felső	Csarnótanum	Cserhegyium		VIII. terasz	feketés sötétvörös terrarossa (kaolinitos)	Df <sub>5</sub>			8. travertino: Dunaalmás (240 m tszf.)	
3,6						kalcitos kiválások	Df <sub>6</sub>				VIII. terasz: Kemeneshát Sillberberg kavics Kandikó kavics Mogyoródi kavics		
3,8						sötétvörös terrarossa				hegylábfelszín képződés klímax időszaka			
4,0			Wézeium					9. travertino		9. travertino: Dunaalmás Kőpíte (290 m tszf.)			



találtunk (Kretzoi M. és Vörös I. meghatározása). E teraszkavics testét is édesvízi mészkő forráskürtő töri át.

A Duna V. sz. teraszára települt 30–35 m vastag édesvízi mészkőösszletben 5–6 közbülső löszös, homokos iszapból gyűjtött minták fordított mágneses polaritásúak. Ezért az alatta fekvő terasz képződése is a fordított mágnesezettséggel jellemzett Matuyama időszak idején képződhetett, tehát 700 000 évnél idősebb. A paleontológiai és a fenti adatok alapján a teraszt a kislángi szakasz végével, a rátelepülő édesvízi mészköveket az alsóbihariummal, illetve az alpi beosztás alapján a G–M interglaciális alsó részével párhuzamosíthatjuk (Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1982).

#### *A VI. sz. teraszra települt édesvízi mészkövek kora:*

A VI. sz. terasz a Gerecse-hegységi szakaszon 110–120 m viszonylagos magasságú, Dunaalmánál a teraszkavicsra 25–30 m vastag édesvízi mészkőösszlet telepszik, melyet fosszilis, vörös talaj és több löszös iszap-közbetelepülés tagol. A fosszilis talajból és a löszös rétegekből vett minták ( $G_3$ – $G_{12}$ ) mindegyike fordított polaritású (Pécsi M. – M. A. Pevzner 1975). Az édesvízi mészkőrétegek közötti fosszilis, vörös talajból pedig gazdag mikrofaunát gyűjtöttünk, melyet Jánossy D. (1979) felsővillányiumi kislángi szintnek határozott meg. Ugyancsak Dunaalmástól D-re, a Les-hegyen (235 m) feltárt édesvízi mészkőösszlet alsó részében, a mésszel összecementált kavicsréteg fölött két *Archidiskodon* cf. *meridionalis* fog teljes lenyomata fordul elő. Az édesvízi mészkő tehát nem pliocén (legalábbis nem felsőpannóniai) képződmény. Ezek szerint a Duna VI. sz. teraszára települt 25–30 m vastag édesvízi mészkőösszlet fordított mágneses polaritási adata alapján az egész összletet a Matuyama időszakhoz sorolhatjuk. Ezen a terazon már az édesvízi mészkőösszlet is idősebb egy millió évnél. Továbbá, ha tekintetbe vesszük, hogy magának a fosszilis vöröstalaj-képződéssel és 4–5 löszköteggel is megszakított, több szakaszban képződött édesvízi mészkőösszletnek a kialakulásával is számolnunk kell, akkor a VI. sz. Duna-terasz felhalmozódását és kiformálását a Matuyama kezdetéig is visszavezethetjük, 2–2,4 millió évvel ezelőttig, az alsó-villányi (beremendi) szakasz kezdetéig (Kretzoi M. – Pécsi M. 1979; Jánossy D. 1979; Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1982) (6. táblázat; 1. mell.).

#### *A VII. sz. teraszra települő édesvízi mészkövek kora:*

A VII. sz. teraszt a Gerecsében (230–240 m tszf.) néhány esetben szintén édesvízi mészkő védte meg a letarolódástól. A mintegy 20–30 m vastag édesvízi mészkőben Dunaalmánál például ugyanaz a vörös talaj folytatódik, amelyet a VI. sz. terazon települő mészkőösszletből ismertünk meg, de annál egy terasz-szinttel magasabb geomorfológiai helyzetben.

Édesvízi mészkőtípus vizsgálataink szerint itt tetarátás kifejlődéssel állunk szemben. Vagyis a VI. és VII. sz. terasz-szintet befedő édesvízi mészkőösszletek legalábbis jórészen egyidőben hosszán tartó, megosztott fázis alatt képződhettek. A VII. sz. teraszt befedő édesvízi mészkőrétegek közötti löszös képződményből vett minták szintén fordított mágnesezettségűnek bizonyultak. A terasz képződését geomorfológiai helyzete alapján és a süttői Haraszi-hegyen, a VII. sz. teraszra települt édesvízi mészkőben talált *Tapirus* sp. lelet, valamint az *Archidiskodon*



*meridionalis archaikus* alakja alapján (Jánossy D. – Krolopp E. 1981) a felsőpliocén Csarnótanum felső részébe, a Cserhegyiumba helyezhetjük. Ezt látszik igazolni az édesvízi mészkövek karsztosodott mélyedéseiben felhalmozódott vörösiszap is.

A pliocén legfelső emeletébe soroljuk geomorfológiai helyzetük alapján a fekete-hegyi 240 m tszf., a tokodi kiskő–hegyeskői 230–250 m tszf., a körtvélyes-hegyi 240 m tszf. édesvízi mészkőszinteket.

*A felsőpliocén hegylábi felszíneken és a felsőpannóniai abrázíós teraszokon települő édesvízi mészkövek kora:*

A Gerecse É-i előterében a legmagasabb helyzetű édesvízi mészkőelőfordulások a bajóti Muzsla-hegyen (330 m tszf.), a lábatlani Pockón (330 m tszf.), Öreg-hegyen (300 m tszf.), a Margit-hegyen (340 m tszf.), a Nagy-Gerecse aljában Alsó-vadácson (330 m tszf.), feltehetően a felsőpannóniai beltő partvonala mentén kialakult abrázíós szinlőn, illetve a dunaszentmihályi Új-hegyen (320 m tszf.), a Kőpitén (290 m tszf.) felsőpannóniai delta kavicsoson települtek. Kialakulásuk korának pontos megállapítására közvetlen információk hiányában jelenleg csak kevés lehetőség van.

Ezeknek az édesvízi mészköveknek, illetve alapzatukat képező hegylábfelszíneknek és felsőpannóniai abrázíós szinlőnek mint geomorfológiai szintnek a közelebbi kialakulási korát jelenleg csak közvetett módon közelíthetjük meg.

A Gerecse É-i peremén, a mogyorósbányai Kő-hegy (290 m tszf.) édesvízi mészkőösszletében található kronológiailag leginkább értékelhető, Krolopp E. meghatározása alapján az *Unio wetzleris* szinttel azonosítható molluszkfauna.\* Ennek alapján ezt az előfordulást a felsőpannóniai alemelet felső szintjébe lehet besorolni (*Béltaváriumi szakasz*, Kretzoi M. – Pécsi M. 1979) (l. 5. táblázat). A mogyorósbányai előfordulás azonban geomorfológiai alacsonyabb, kronológiailag pedig feltehetően fiatalabb szintet képvisel, mint a térszíni legmagasabb abrázíós szinlőkön települő előbb felsorolt édesvízi mészkőelőfordulások.

Az *Unio wetzleris* homok (a Béltaváriumi szakasz) képződési időszakát Kretzoi M. – Pécsi M. (1979) a hegylábfelszín kialakulása főidőszakának tartják. Tehát az abrázíós szinlőre települő várpalotai édesvízi mészkőösszletnél\*\* fiatalabb pliocén édesvízi mészkőelőfordulások a hegylábfelszín geomorfológiai szintjein képződhettek (pl. Meleges-hegy 270 m, Kiskő–Hegyeskő 250 m, Epöl 250 m, Dunaalmás 270 (?) m tszf.).

Az abrázíós szinlőkön előforduló édesvízi mészköveket a felsőpannóniai alemelet középső, illetve alsó részébe – Sümegium, Csákvárium – tartjuk besorolhatónak.

A részletesebb vizsgálat tárgyává tett gerecsei szelvényben előforduló, feltételezhetően pliocén kori geomorfológiai szintek (abrázíós szinlő, hegylábfelszín) krono-

\* *Unio* cf. *brusinae* Pen., *Pisidium* sp., *Bythynia* sp., *Radix peregra* (MÜLL.), *Planorbis planorbis* (L.), *Succinea elegans* RISSO, *Abida frumentum* (DRAP.), *Truncatellina* cf. *cylindrica* (FÉR.), *Gastrocopta* cf. *acuminata* (KLEIN.), *Clausiliidae* indet., *Vitrea* sp., *Vitrinobrachium* sp., *Punctum* sp., *Discus* sp., *Helicella* sp., *Trichia* sp., *Zenobiella* sp., *Potamon* sp., *Celtis* sp.

\*\* A „Várpalotai édesvízi mészkő” előfordulást, amely abrázíós szinlőn települ és *Unio wetzleris* homok betelepülés oszt két tagra, a felsőpannóniai alemelet középső és felső részébe helyezték (Bartha F. és mtsai 1971).



lógiai beosztását a rájuk települő és valamilyen módon pontosabb kronológiai információkkal rendelkező, hasonló geológiai helyzetű édesvízi mészkövek segítségével lehet elvégezni (Scheuer Gy. — Schweitzer F. 1978; Pécsi M. — Scheuer Gy. — Schweitzer F. 1982). A következtetéseket, kronológiai párhuzamokat Kretzoi M. — Pécsi M. (1980) táblázata alapján szemléltetjük (lásd 5. táblázat).

Nem szerepelnek a kronológiai táblázatban azok a sporadikus kavicsok, amelyek pl. a lábatlani Öreg-hegyen 290–300 m-en, a dunszentmiklósi Új-hegy–Öreg-hegyen 320 m-en, a süttöi Haraszi-hegyen 280 m-en, Alsóvadácson a 280 m tszf.-i magasságú édesvízi mészkő felszínén fordulnak elő, továbbá ami Kőpité (290 m tszf.) édesvízi mészkőkúpja oldalában települ.

A dunszentmiklósi Új-hegy–Öreg-hegy, a lábatlani Öreg-hegy szórványkavicsa több szakasszal idősebb, mint a süttöi haraszi-hegyi, az előbbi mindenképpen már a szárazföldi felsőpannóniai alemelet során került az édesvízi mészkőfennsík felszínére a Baltavárium valamelyik fiatalabb szakaszában, az utóbbi felhalmozódása viszont a felsőpliocén (Cserhegyium) vége és a legalsópleisztocén (Beremendium) során is végbemehetett. Mivel a Kőpité D-i oldalában (270–285 m tszf.) települő kavicsösszetben az édesvízi mészkő erodálását jelző édesvízi mészkőgörgetegek is megtalálhatók, nagy valószínűséggel a felsőpliocén–Csarnótánium szakasz — közepére helyezhető (Kretzoi M. — Pécsi M. 1980). Feltételeken a VIII. sz. terasz-ként is értelmezhető, még akkor is, ha kavicsanyag a felsőpannóniai deltakavicsok áthalmozásából származik (Pécsi M. 1978). A fenti következtetést további részlet-vizsgálatok eredményeivel kell ellenőrizni.

#### *5.4. Az édesvízi mészkőösszletek képződése és a domborzat fejlődése a felsőpannóniai alemelettől a holocénig*

A gerecsei édesvízi mészkőösszletek geomorfológiai helyzete, azok genetikája és szerkezete alapján megközelítő részletességgel felvázolhatjuk a hegységész paleo-geomorfológiai és karsztvízföldtani viszonyainak fejlődéstörténetét, az édesvízi mészkőösszletek képződését rögzítő felsőpannóniai alemelettől — Csákvárium–Sümegium — napjainkig.

A Gerecse-hegységben a legidősebb édesvízi mészkövet lerakó források megjelenését megelőzően is találhatunk olyan karsztmorfológiai bizonyítékokat, amelyek a pliocén kor geomorfológiai és vízföldtani viszonyairól adnak ismereteket, így a hegyeskői és a bajóti Öregkő, Pisznice, Peskő stb. különböző tszf.-i magasságú barlangjai és zsombolyai (l. 13. ábra). Lényegében a pliocén térszínnek ekkori állapotai képezték azt a geomorfológiai szubsztrátumot, amelynek fejlődése főképp a tektonikai viszonyok, a szemiarid–szubhumid pedimentáció és a mérsékelt humidabb, eróziós folyamatok hatására (Pécsi M. 1962, 1978) az édesvízi mészkő-képződés vízföldtani és geomorfológiai előfeltételeit biztosították.

Az erőteljes édesvízi mészkőképzés geomorfológiai feltétele a területen a felsőpannóniai alemelet alsó részében, a Baltavárium kezdetén alakult ki. A pannóniai beltő több transzgressziós szakasz során mélyen behatol már a miocénben meglevő É–D-i irányú mélyedésekbe, így például a Bikol-patak völgyében Alsóvadá-



csig. A transzgressziós szakaszokat követően 2–3 esetben is abrázíós teraszok alakultak ki, amelyeken édesvízi mészkövek képződtek (Margit-hegy 340–350 m; Alsóvadács 340 m; Pockő 334 m; lábatlani Öreg-hegy 300 m; Muzsla-hegy 330 m; Süttő 290 m; dunaszentmiklósi Öreg-hegy 330 m; Meleges-hegy 300 m stb.). Az édesvízi mészkőszintek jelölése T XI–T X.

A felsőpannóniai alemelet végével a beltő fokozatosan visszahúzódott és a hegységperemi övezetben újabb és fiatalabb generációjú, enyhe lejtésű hegylábfelszín kialakulása veszi kezdetét.

A neogén végi planációs–akkumulációs domborzaton a két – kelet-kaukázusi és a valáhiai – tektonikus mozgásfázis jelentős reliefkülönbséget eredményezett. Ennek nagysága a felsőpannóniai és a felsőpliocén édesvízi mészkőszintek alapján\* mindössze 50–60 m-re becsülhető.

Ezzel szemben a negyedidőszak alatt (kb. 2,5 millió év) a tektonikus mozgások jobban megnövelték a süllyedő medencék és az emelkedő hegységkeret között a reliefenergiát.

A felsőpliocénnál fiatalabb édesvízi mészkövek a hegységi völgyszakaszon 220–240 m relatív magasságban, tehát a VI–VII. sz. teraszfelszíneken helyezkednek el. A hegylábfelszín (290–250 m) és a VII. sz. terasz (240 m) közötti szintkülönbség a pliocén–pleisztocén határon megindult differenciált tektonikus mozgás – feltehetően a késői valáhiai mozgás – hatására következett be. Ide sorolhatjuk a madari-háti (280 m), a süttői (270–280 m), a dunaalmási (260–280 m), a lábatlani öreg-hegyi (260 m) stb. édesvízi mészköveket. Jelölésük T IX–T VII.

A negyedidőszaki tektonikus mozgások meggyorsították a domborzat erőteljes feldarabolását és a 100–300 m mélyen bevágódott teraszos völgyek kiformalódását. A legszámottevőbb eróziós domborzat formálódást a vízfolyások – Tatai folyó, Duna, Epöli-patak, Bajóti-patak, Ördög-árok stb. – végezték, amelyek az árkosan besüllyedt medencék harmadidőszaki laza agyagos–homokos üledék anyagába erősen bevágódtak, s mintegy 300 m vastag medenceüledéket szállítottak a Dunába. A Duna völgybevágódásának, ill. a Gerecse-hegységbeli mellékfolyóinak az árkos medencék laza üledékeibe való bevágódásának mértékét és ütemét két fő tényező szabályozta: a) a Gerecse-hegység szakaszos emelkedése, miáltal a vízfolyások esésvonala megnövekedett, illetve időszakosan kiegyenlítődött; b) a patakok, vízfolyások vízhozamának a jégkorközi időszak alatti csökkenése. A völgyformálódás és egyben a hegységemelkedés kiegyensúlyozottabb szakaszait a folyóteraszok – I–VII. sz. terasz – és az azokra települő édesvízi mészkőösszletek szintjei jelzik. Jelölésük T I–T VII. (Részletesebben lásd a teraszok és az édesvízi mészkövek kapcsolatát.)

A VII. sz. terasz (Csarnótánium) kivésődésétől kezdve a negyedidőszaki mozgásfázisok a teraszok és az édesvízi mészkőösszletek szintjeinek kapcsolata alapján részletesebben differenciálhatók (Pécsi M. 1959b, 1963, 1973; Pécsi M. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1978, 1982; Scheuer G. – Schweitzer F. 1973 1974a, 1977; Kretzoi M. – Pécsi M. 1979; Rónai A. 1977). A teraszok és az édesvízi mészkő-

\* A feltehetően Csákváriumba sorolható T XI-es jelölésű édesvízi mészkő 340–350 m tszf.-i magasságban van, a Béraltaváriumba tartozó (*Unio wetzleris* szint) T IX-es kő-hegyi édesvízi mészkő 290 m tszf.-i magasságban helyezkedik el.



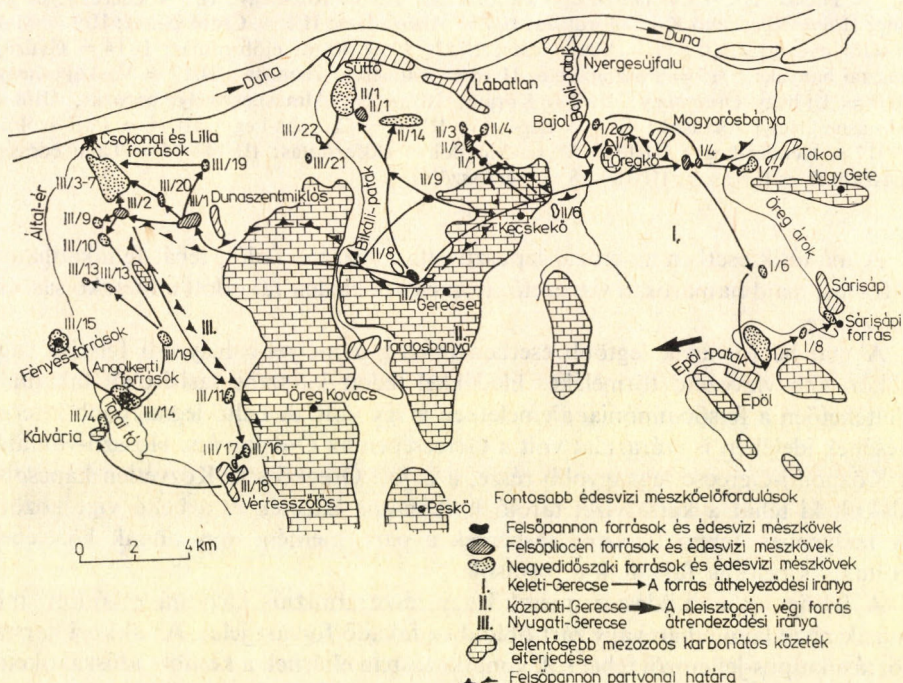
szintek alapján a negyedidőszaki mozgásfázisok mértéke összességében a hegység-peremi területeken 250–200 m-re tehető, amely 8–9 mozgásfázisban zajlott le.

A Duna megjelenésével felgyorsult a harmadidőszaki üledékek lepusztulása a sasbércек felszínéről. Ennek következtében a karsztvíz a fedett sasbércből, folyóvízi üledéken keresztül törő forrásként jött a felszínre, általában a mindenkor magasártéri szinteken, és ezzel meggyorsult a Gerecse peremi édesvízi mészkő-összletek képződése és karsztos források folyamatos működése a jelenkorig.

### 5.5. Paleokarsztvízföldtani viszonyok rekonstrukciója a felsőpannóniai alemelettől napjainkig

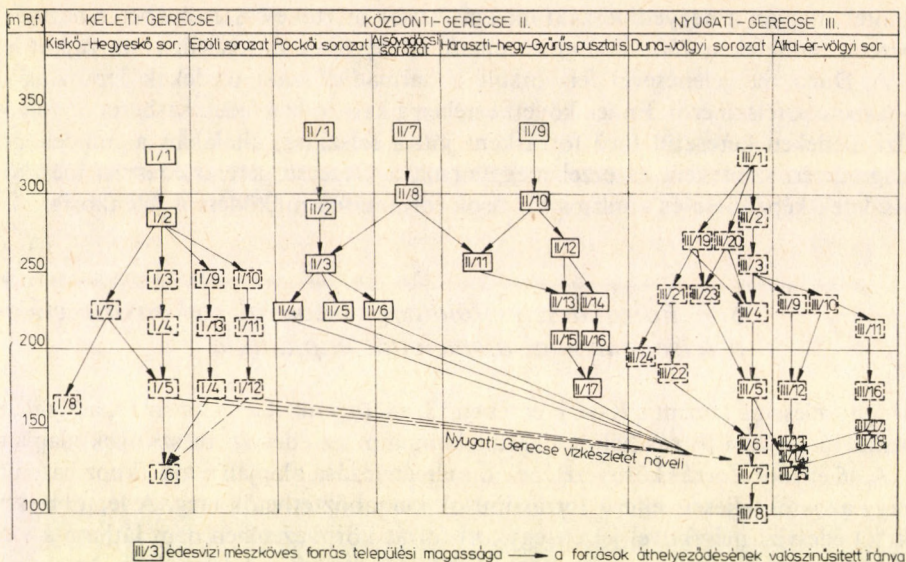
Megfigyeléseink szerint a K-i Gerecsében 13, a Központi-Gerecsében 17, a Ny-iban pedig 16 egykori forrás helyét sikerült kimutatni az édesvízi mészkövek alapján.

A 46 egykori forrás környezetének tanulmányozása alapján a maiakhoz hasonló vagy azoktól teljesen eltérő forrástípusok különböztethetők meg. A legtöbb (kb. 80%) édesvízi mészkővel jelzett egykori forrás környezetében nem látható a víztároló karbonátos kőzet, mert fiatal üledék fedi. Itt két eset lehetséges. Az elsőnél a karsztos kőzet a forrás időszakában eredetileg is a felszínen volt, és csak utólagosan fedték be a laza üledékek (pl. lösz, lejtőüledékek, deltaösszletek, terasz kavicsok stb.).



29. ábra. A gerecse-hegységi édesvízi mészkövek és karsztforrások helyszínrajza





30. ábra. Gerecsei hévforrások helyváltozási vázlata, az édesvízi mészkövek korának és tengerszint feletti magasságának vizsgálata alapján. I/1 = Muzsla-hegy; I/2 = Kő-hegy; I/3–5 = Hegyeskő–Kiskői sorozat; I/6 = Sárissápi forrás; I/7 = Öregkői előfordulás; I/8 = Muzsla-hegy, alsó; I/9 = Körtvélyes-hegy; I/10–12 = Epöli sorozat; I/13–14 = Babál-hegy; II/1 = Pockő; II/2–3 = Öreg-hegyi előfordulás; II/4 = Réz-hegy; II/5 = Cseresznyés gerinc; II/6 = Kecsekő K-i előfordulás; II/7 = Alsóvadács; II/8 = Csonkás-hát; II/9 = Margittetői nyereg; II/10–11 = Vékonycser; II/12–13 = Süttöi előfordulás; II/14 = Gyűrűspusztai bányák; II/15 = Pusztapiszke; II/16 = Kanbereki vízmosás; II/17 = Vaskapu-hegy; III/1 = Új-hegy-Öreg-hegy; III/2 = Kőpíte; III/3–7 = Almásneszmélyi sorozat; III/8 = Almásneszmélyi források; III/9 = Les-hegy; III/10 = Csúcsos-hegy; III/11 = Baji szőlők; III/12 = Kender-hegy; III/13 = Mária-Magdolnai előfordulás; III/14–15 = Tatai édesvízi mészkövek és források; III/16–18 = Vértesszőlős

A második esetben az erózió lepusztította a vízzáró fedőt, tehát felfakadhatott a forrás, majd hamarosan vízvezető, törmelékes üledék rakódott a mészkő felszínére.

A mai hévforrások legtöbb esetben mindig a mélyebb helyzetű felszíni vagy vékonyabb vízvezető törmelékes üledékkal fedett karsztos sasbércekből fakadtak. Feltehetően a felsőpannóniai alemeletben is így volt. A beltő legnagyobb kiterjedésének idejében is szárazulat volt a Gerecsében az Öregkovács, Hosszú-vontató, a Központi-Gerecse legnagyobb része, a bajóti Öregkő stb. Közvetlen kapcsolat alakult ki tehát a karsztvizet tároló karbonátos kőzetek és a beltő vize között. A mélyebben fekvő karsztos sasbércek a part mentén vagy annak közelében voltak, és belőlük fakadtak a források.

A felsőpannóniai édesvízi mészkő egy része abráziós kavicsra rakódott, míg másik része lagunában vagy zárt öblökben fakadó forrást jelez. Az akkori karsztforrások típus-jellemzői tehát sok vonatkozásban eltérnek a későbbi időszakokétól és a maiakétól.

A felsőpannóniai alemelet után a felsőpliocénben a hévforrások elegyengetett



hegylábfelszínekre vagy deltaösszletekre, a negyedidőszakban pedig folyóvízi üledékekre rakták le az édesvízi mészkövet.

A pleisztocénben a források a folyóvölgyekhez kapcsolódnak. A pleisztocén völgybevágódás feltárta a fedett karsztot. Ma ugyanúgy van, a források völgyekben fakadnak.

A megfigyelések alapján felvázolhatók egy törmelékes üledékeken keresztül kiemelt helyzetben levő karbonátos sasbércből feltörő hévizes karsztforrások keletkezésének és fejlődésének főbb állomásai, egészen elhalásukig.

A mai források lényegében csak a Nyugati-Gerecsére korlátozódnak, míg az egykori édesvízi mészkőelőfordulások azt jelzik, hogy a Központi- és Keleti-Gerecsében is hosszú idejű igen jelentős forrásműködés volt. Ebből az következik, hogy a karsztvízkészlet esetenként egyes hegység részek javára jelentősen eltolódott. Ez az édesvízi mészkőelőfordulások kora, száma, nagysága és vastagsága szerinti összehasonlításból kimutatható (29–30. ábra).

A pleisztocén előtt az egész Gerecsében egyaránt igen jelentős karsztforrásműködés volt. Ekkor keletkeztek a nagy vastagságú édesvízi mészkőösszletek; mint a Nyugati-Gerecsében a dunaszentmiklósi Új-hegy-öreg-hegyi – ez a Gerecsében a legnagyobb – vagy a kőpitéi előfordulások, a Keleti-Gerecsében a muzsila- és a kő-hegyi stb. Tehát a vízkészlet aránylag egyenletesen oszlott meg az egyes hegység részek között. Ez a helyzet a középsőpleisztocénben megváltozik és a vízkészlet megoszlásában jelentős eltolódások következnek be, mert a Központi-Gerecse forrásai elapadnak. Súlyponti területté válik a Nyugati-Gerecse és végül a felsőpleisztocénben és a holocénben kialakul a mai állapot, amikor a K-i Gerecse forrásai is majdnem teljesen elapadnak és a karsztvíz jelentős része Tata környékén az Által-ér völgyében lép ki a felszínre.

Az utóbbi évtizedekben ezek a karsztforrások az intenzív bányaművelés hatására jórészt elapadtak.



## 6. A budai-hegységi édesvízi mészkőösszletek elterjedése, litosztratigráfiai tagolása

A Budai-hegység földtani és geomorfológiai viszonyaival foglalkozó irodalom túlnyomó részben csak mellékesen foglalkozik az édesvízi mészkövek területi eloszlásával és korbesorolásával. Az irodalmi anyag adatainak kiértékelése és a helyszíni bejárások után kitűnt, hogy a feldolgozásból több budai-hegységi édesvízi mészkő-előfordulás kimaradt. Ezért a teljességre való törekvésünk alapján összeállítottuk a Budai-hegységre vonatkozó édesvízi mészkőelőfordulások kataszterét.

Az édesvízi mészkövek előfordulási helyeit paleogeomorfológiai és teraszmorfológiai viszonyok alapján vizsgálva kitűnt, hogy egy részük a Budai-hegységet átszelő ÉNy–DK-i irányú völgyekhez, míg másik részük Pomáztól a Gellért-hegyig, a Duna völgyének pereméhez igazodva fordul elő.

Különálló központi területet alkot a Szabadság-hegy és közvetlen környéke. Az itt kifejlődött nagy kiterjedésű édesvízi mészkőösszletek kialakulása nem a völgyrendszerekhez kapcsolódik. Itt — a korábbi véleményekkel ellentétben — nemcsak tavi–mocsári, hanem tetarátás típusú édesvízi mészkőösszletek is képződtek. Ez a központi forrástevékenység bomlott fel a szerkezeti mozgások közreműködésével kialakult völgyrendszerek hatására.

A Budai-hegységben öt olyan terület alakult ki, ahol egy-egy jelentős eróziós völgy köré (Német-völgy, Ördög-árok, Solymári-völgy, Dera-patak és a Duna-völgy) kapcsolódnak az édesvízi mészkőelőfordulási helyek (31. ábra).

### 6.1. A budai-hegységi édesvízi mészkövek kifejlődése, geomorfológiai helyzete és katasztere

A Budai-hegységben és annak környékén az édesvízi mészkövek kataszterezése alapján 53 db egymástól független előfordulás különíthető el. E nagy szám is jelzi az egykori intenzív karsztos hévíztevékenység nagyságát, időbeli lefolyását és nagy területre való kiterjedését. Az előfordulások jelentős része a város területén van és csak kisebb hányaduk esik azon kívül.

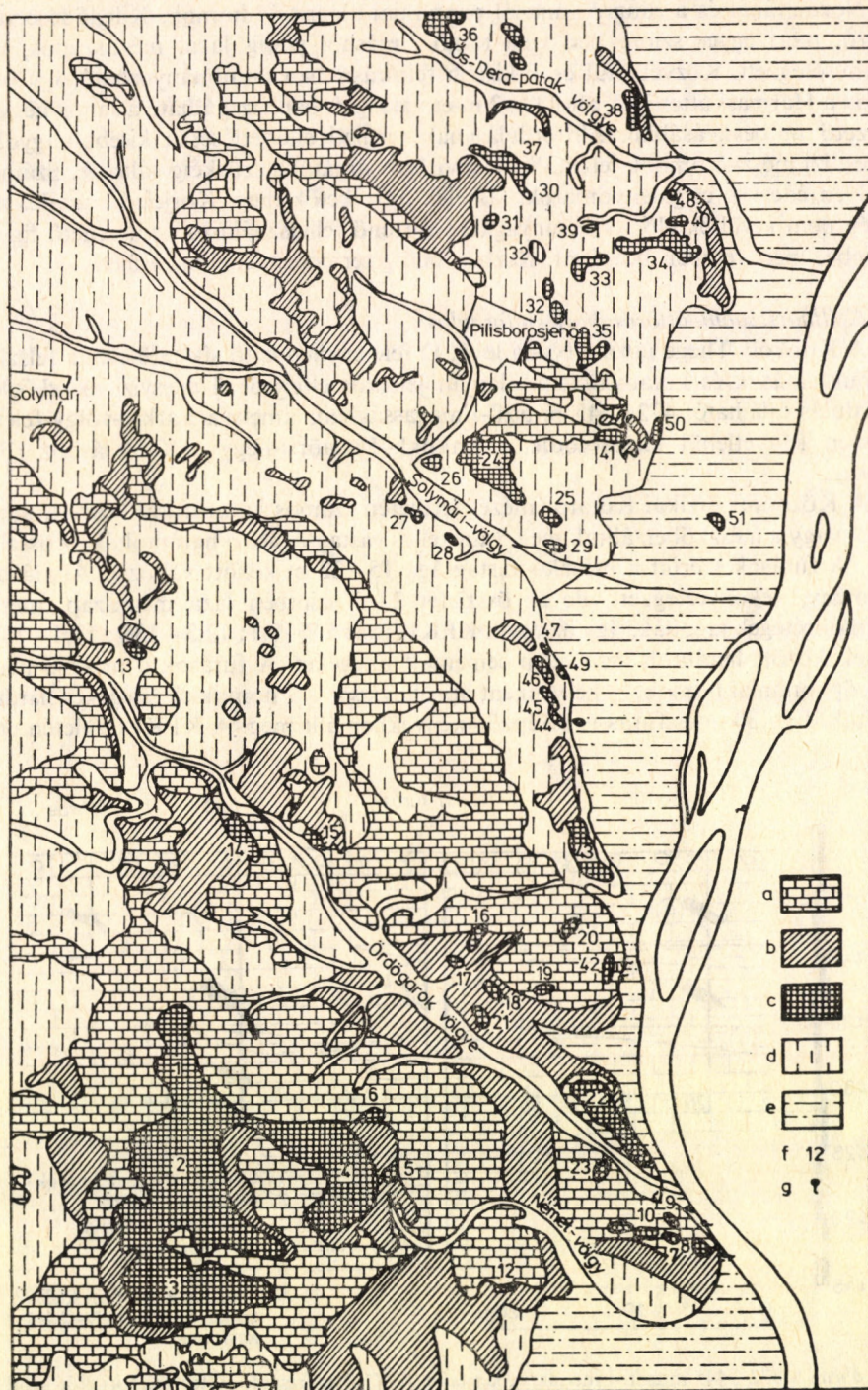
Az egyes előfordulásokról az alábbi ismertetést adjuk.

#### 6.1.1. Széchenyi-hegyi–szabadság-hegyi előfordulások

##### 1. Hármasküttető–normafai előfordulás

A Szabadság-hegy–János-hegy közötti gerincen mutatható ki 472–500 m magasságban. Vastagsága a kutatófúrások szerint 10–20 m között változik. Fekvője





31. ábra. A Budai-hegység és a környékén előforduló édesvízi mészkőösszletek. a = vízvezető triász üledékek; b = vízzáró képződmények; c = lösz- és lösszerű üledékek; d = folyóvízi üledékek; e = édesvízi mészkövek; f = eróziós völgyek; g = jelenkori langyos karsztforrások (a számozás kataszter szerint)

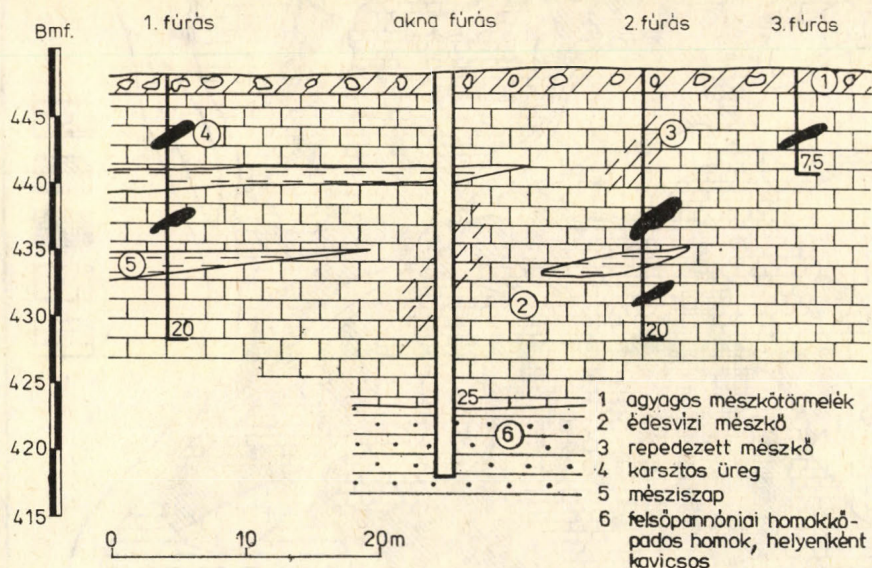


a Normafánál és a Súgró sáncnál pannóniai aleurit és homok. Kifejlődése változó, mert egyes szintekben igen tömör, máshol pedig laza, mésziszapos, vékonyrétegzett. Közvetlenül csak kisebb feltárásokban tanulmányozható, így például a Hármasküttetőnél, ahol kb. 2 m-es vastagságban vizsgálható a János-hegyre vezető út bevágásában. Előfordulásának területi elterjedését a kisebb-nagyobb édesvízi mészkőtömbök jelzik. Színe a világossárgától a szürkéig változik. Számos helyen édesvízi csigalenyomatok, kőbelek figyelhetők meg. Korjelző faunaleletek még nem kerültek elő. Nyersanyagként történő felhasználásra nem vehető figyelembe, mert részben beépített, részben pedig természetvédelmi terület.

## 2. Csillagvizsgáló-úttörőtábori előfordulás

A Konkoly Thege úttól ÉNy-ra levő, D felé enyhén lejtő sík területen a felszíni kibukkanások és kutatófúrások alapján jelentős elterjedésű édesvízi mészkőelőfordulás található, 472–445 m tszf.-i magasságban, amely a Farkas-völgy feletti részen közvetlenül kapcsolódik a Kakukk-Budaörsi-hegy előforduláshoz (32. ábra).

A Központi Fizikai Kutató Intézet területén számos kutatófúrás készült, amelyek vagy a mészkőben álltak meg, vagy teljes vastagságában harántolták az összletet. A fúrások szerint a mészkő vastagsága 15–22 m között változik. Általában kemény, vékonyrétegzett, de az összletet 2–3 szintben laza mésziszap, mészhomokrétegek tagolják. Így az egyik KFKI fúrás 6,7–8,1; 12,3–13,7; 17,4–18,2 m-ek között harántolt laza, nem cementált rétegeket. A fúrások a mészkő alatt felsőpannóniai homok – helyenként aprókavicsos –, homokkő rétegeket harántoltak. Egy 30 m-es fúrás is e képződményekben állt meg. A KFKI területén egy



32. ábra. A 472–445 m tszf.-i magasságban települő Csillagvizsgáló-Úttörőtábori előfordulás szelvénye



30 m-es aknát is mélyítettek, amely 20 m-ig édesvízi mészkövet és ez alatt felsőpannóniai szemcsés üledékeket harántolt. Ebből került elő a Jánossy D. (1979) által leírt *Hipparion* lelet, valamint Kretzoi M. (1982a) által meghatározott *Acera-therium incisivum* KAUP.

### 3. Budaörsi–kakukk-hegyi előfordulás

A Budai-hegység DNY-i részén, fennsíkot formálva, nagy területi elterjedésben található meg az édesvízi mészkő. D-i irányba a Budaörsi-medence felé meredek peremmel végződik el. Az édesvízi mészkő vastagsága fúrások és feltárások hiányában nem ismert. Az elterjedést jelzi a felszínen található mészkőtörmelék. Egyes helyeken 1–2 m<sup>3</sup>-es blokkok is előfordulnak. Általában kemény, vékonyrétegzett. A felső rész másodlagosan erősen karsztosodott oldási üregekkel átjárt. A sík édesvízi mészkőfennsíkon 6–7 db kisebb, 2–5 m magasságú alacsony kiemelkedések figyelhetők meg, amelyeket forráskitörési centrumoknak feltételezünk. Az édesvízi mészkő fekvőjét felsőpannóniai sárga, csillámos homokrétegek alkotják, a Frank-hegy alatti alapozási feltárás szerint. Korjelző faunamaradványok még nem kerültek elő. Tengerszint feletti magassága 417–435 m.

### 4. Széchenyi-hegyi előfordulás

A területen nyomon követett építkezések révén a legjobban ismert előfordulás. Vastagsága 5–15 m között változik, területi elterjedése jelentős. A feltárások és fúrások szerint a mészkő igen kemény, tömör, pados elválású, de helyenként vékonyrétegzett és laza. Oldási üregek, kalcitkiválások is gyakran találhatók benne. Az üregek genetikailag részben a mészkövön áttörő hévizek oldó hatása révén keletkeztek, részben pedig a felszíni csapadékvizek kioldása útján jöttek létre. A TV adótorony közelében a Svájci út 14. sz. alatt 1975. októberében az ott folyó alapozási munkálatok során az édesvízi mészkőbe bevágott munkaárokból és gödrökből a begyűjtés során jelentős gerinces faunaanyag került elő.\* Kretzoi M. (1978) meghatározása szerint a fajok kétségtelenül melegigényes (kígyó, gyík, teknősbéka) és bokros, fás, füves területet jeleznek. Időszakos nedvességigényt csak egyes fajok kívánnak meg. Kretzoi M. a Svájci úti fauna korát felsőpannóniainak határozta meg és ezen belül a Sümegiumba helyezte. Úgy tűnik, ezzel bizonyítást nyert a Szabadság–széchenyi-hegyi édesvízi mészkőelőfordulás sokat vitatott kora. Tengerszint feletti magassága 420–430 m. Törmelékben és kisebb feltárásokban számos helyen bizonyított előfordulása, így a Széchenyi emlékműnél, a Melinda utcában, a Farkasvölgyi út mentén.

A fúrások adatai szerint az édesvízi mészkő fekvője túlnyomó részben felsőpannóniai homok. Ezt tárták fel a korábban említett Svájci úti kutatófúrások is. A felsőpannóniai fekvő összlet mélyebb helyzetben a környéken több helyen ismert. Így a Költő utcában, ahol kb. 10–12 m-es falban vizsgálható a felsőpannóniai beltő aleuritós rétegösszlete.

\* *Anura* indet., *Ophisaurus pannonicus*, *Ophidia* indet., *Trimylinae* indet., *Amblycoptus* cf. *oligodon*, *Soricida* indet., *Erinaceus* (s. l.) sp. indet., *Galerix* cf. *socialis*, *Sciurus* (s. l.) sp. indet., *Széchenyia pannonica* KRETZOI, *Neocricetodon* (= „Kowalskia”) *schaubi* ssp., *Allospalax plenus*, *Parapodemus* cf. *albae*, *Gerbillinae* indet., *Ochotonidae* indet., *Cervidae* indet. (?*Cervavitus* sp.), *Tapiriscus* sp. indet., *Paleotragus* sp. indet., *Tragocerinae* indet.



### 5. Felhő utcai előfordulás

Az előfordulás teljesen beépített és elterjedése nagyon korlátozott. A helyszíni bejárás során talált törmelék alapján azonban azonosítható. Horusitzky H. (1939) térképe is feltünteti. Schréter Z. (1953) a budai-hegységi édesvízi mészkőelőfordulásoknál említi meg. Eredetileg is csak egy kis előfordulás lehetett.

### 6. Alkony utcai előfordulás

Nagy részben beépített területen az édesvízi mészkő előfordulását nagyszámú törmelékanyag bizonyítja. Horusitzky H. (1939) térképe önálló előfordulásnak jelzi. A közelmúltban végzett házalapozások szerint vastagsága 2–3 m-re becsülhető. Fekvője felsőpannóniai aleurit. A felsőpannóniai rétegek megfigyelhetők még az Alkony utca–Csillagvölgyi utca sarkán létesített garázs részére készített bevágásban, ahol 3–4 m vastagságban tárták fel az összletet. Csak kisebb előfordulásként valószínűsíthető. Korjelző őslénytani anyag még nem került elő.

A legújabban, a MÁFI által készített 1 : 10 000-es földtani térkép szerint az általunk két előfordulásnak vett édesvízi mészkő lényegében egy összefüggő keskeny vonulat. A nagyfokú beépítés és a gyér feltárttság miatt erre teljes biztonsággal nem lehet következtetni. Az kétségtelen azonban, hogy 370–360 m-es szinten a Szabadság-hegy oldalában a magasabban fekvőktől független előfordulásokról van szó.

E mészkövek kifejlődése, struktúrája stb. a széchenyi-hegyi előfordulásokéhoz hasonló.

#### 6.1.2. Német-völgyhöz kapcsolódó előfordulások

A Német-völgyhöz sorolt édesvízi mészkövek területileg nagy részben a Gellért-hegyhez, kisebb részben pedig a Sas-hegyhez kapcsolódnak.

### 7. Gellért-hegy, Jubileumi parki előfordulás

Rendezett környezetben csak nagy blokkok fordulnak elő. Eredetileg jelentős előfordulás lehetett, de lefejtették. A rétegzettség alapján tavi eredetűnek ítéltető. Kemény, vékonyrétegzett. Magassága 220 m tszf. (26. kép).

### 8. Gellért-hegy, Felszabadulási emlékmű

Kis területen nyomozható 215 m tszf.-i magasságban. Részben erre az előfordulásra alapozták az emlékművet. Kemény, tömött, vékonyrétegzett kifejlődésű. Koch A. (1900) gyűjtéséből és meghatározása alapján *Bos taurus primigenius*, *Equus* sp., *Cervus elaphus* szerepelt a régi irodalomban. Az *Ursus deningeri* jellegű medveleletek alapján alsópleisztocén jellegű fauna került elő (Jánossy D., szóbeli közlés).

Több tömb a hegyoldalban jelzi az eredetileg is csak kisebb előfordulást, de egyben az egykori forrásműködést. Az édesvízi mészkőelőfordulás közelében több kisebb-nagyobb forrás-barlang, karsztos üreg figyelhető meg, ez is jelezve az egykori igen aktív forrásműködést (27. kép).



#### 9. Gellért-hegy, Számadó utca 7. sz. alatti előfordulás

A ház kertjében egy kb. 5 × 5 m-es nagyságú édesvízi mészkőblokk található 195 m tszf.-i magasságban. Ez maradt meg feltételezés szerint egy nagyobb előfordulásból. A mészkő feküjét, a budai márga a melléje telepített fűrés tárta fel. A mészkő vékonyrétegzett, helyenként hullámos, ami nem tavi eredetre utal. Kemény növénymaradványokban gazdag kifejlődést mutat.

#### 10. Gellért-hegy, Kelenhegyi út 75. sz. alatti előfordulás

Egy ház kertjében található. Kemény, tömött, vékonyrétegzett. Ez is csak egy kisebb előfordulás, amely egykor nagyobb lehetett, de lefejtették. Tengerszint feletti magassága 175 m.

#### 11. Gellért-hegy, Somlyói úti előfordulás

Schréter Z. (1953) is megemlékezik erről az előfordulásról, megemlítve, hogy a mészkő 160 m-es magasságban van és csak néhány sziklatömb jelzi előfordulását és az egykori forrásműködést. Helyszíni megfigyeléseink szerint e mészkődarabok tetarátás kifejlődést mutatnak. Kemény, tömött anyagú.

#### 12. Sas-hegyi előfordulás

A meredeken kiemelkedő hegy oldalában a budai márga felett 220 m tszf.-i magasságban települve, a kavicskonglomerátum mellett törmelékben nyomozható csak az édesvízi mészkő. Az egykori aktív forrásműködést a karbonátos kőzetben kialakult kisebb karsztos járatok és üregek is jelzik.

### 6.1.3. Ördög-árok völgyéhez kapcsolódó előfordulások

A Budai-hegység egyik legjelentősebb vízfolyásának völgyéhez — amely az egész hegységet ÉNy-DK-i irányban átszeli — számos édesvízi mészkőelőfordulás kapcsolódik. Az előfordulások száma nagy, azonban kiterjedésük korlátozott.

#### 13. Máriaremetei előfordulás

Ferenczi I. 1925-ben írta le az előfordulást. A helyszínelés szerint 1972-ben a Kokárda utca 40. sz. ház előtt kb. 10 × 10 m-es területen még megvolt. 1982-ben már elfejtették útépítés miatt. Kisebb darabjai még a kertekben megfigyelhetők. A környéken a hárshelyi homokkő az uralkodó kőzet és ez alkotja az elfejtett kisebb édesvízi mészkőelőfordulás feküjét. Környezete teljesen beépített. Kifejlődése tömör, kemény, de helyenként lazább, növénymaradványokban dús. Tengerszint feletti magassága 275 m.

#### 14. Hűvösvölgy, Nyéki úti előfordulás

A hűvösvölgyi villamos végállomásától D-re, a Nagykovácsi út-Vörös Hadsereg útja találkozásától a Nyéki útig nyomozható. Az előfordulás területi kiterjedése jelentős. Egykor intenzíven bányászták. Horusitzky H. (1938) a Modori útnál említ egykori bányát. De az erdőben is megfigyelhetők egykori bányagödörök maradványai. Ezek 3—4 m-es vastagságban tárják fel a mészkövet 240 m tszf.-i magasságban. A megfigyelések szerint kifejlődése kemény, likacsos, növénymaradvá-



nyokban dús. Több helyen pizolitos. Schréter Z. (1953) *Radix ovata* DRAP. maradványokat említ. Az előfordulás egykori intenzív forrásműködést jelez. A rétegzettség alapján tetarátás kifejlődésű. A forrás egykor valószínűleg a Kis-Hárs-hegy oldalában fakadt és a víz az Ördög-árok irányában folyt le karbonát anyagot rakva le.

#### 15. Hűvösvölgy, Kondor utcai előfordulás

A Kondor utcával párhuzamosan, annak közelében, az erdőben található az előfordulás. Hossza kb. 100 m, szélessége 25 m, tszf.-i magassága 200 m. Az édesvízi mészkő jellegzetesen tetarátás kifejlődésű, 6–7 tetarátá lépcsőt lehet megfigyelni. Vastagsága 3–8 m közötti értékre becsülhető. A forrás valószínűleg a közelben felszínen levő triász karbonátos kőzetekből fakadt. A forrásvíz az Ördög-árok völgyoldalán folyt le, ezért lejtői–völgyoldali kifejlődésű. A mészkő kemény, tömör.

#### 16. Törökvéshi úti előfordulás

A ferenc-hegyi karbonátos kőzetekből fakadó forrás rakta le az annak előterében képződött édesvízi mészkövet. Az ottani barlang és az édesvízi mészkövet lerakó forrás genetikailag összefüggésbe hozható. Horusitzky H. (1938) szerint keskeny sávban, hosszan elnyúlik a völgyoldalon. Schréter Z. (1953) szerint budai márgára települ. Megfigyeléseink szerint tetarátás völgyoldali kifejlődésű, a tömör, kemény rétegek mellett laza, mésziszapos szakaszok is kimutathatók. A Törökvéshi út mellett egy kisebb bánya tárja fel 3–4 m-es vastagságban, 210 m-es tszf.-i magasságban.

#### 17. Lepke utcai előfordulás

A közelmúlt építkezései miatt csak a kertekben tömbökben fordul elő. Feltételezhetően eredeti helyzetben a Lepke utca felett a Bimbó út közelében figyelhető meg. Csak kisebb előfordulás lehetett. Vízszintes rétegzettségű, ezért tavi kifejlődés valószínűsíthető. Tengerszint feletti magassága 175 m.

#### 18. Vérhalomi előfordulás

A Detrekő utcában nyomozható a Fillér utcáig törmelékben, illetve tömbökben a házak közötti kertekben, kisebb feltárásokban. Az édesvízi mészkövet lerakó forrás valószínűleg a Rókus-hegy karbonátos kőzeteiből fakadt. Völgyoldali kifejlődésű. Helyenként pizolitos, kemény, vékonyrétegzett. Schréter Z. (1953) szerint budai márgára települ. Schréter Z. *Radix* sp. cf. *ovata* DRAP. kőbeleit és lenyomatait említi. Magassága 220 m tszf. (28. kép).

#### 19. Bimbó utcai előfordulás

Építés közben tártak fel két löszréteg közé települve egy kb. 80 cm vastagságú édesvízi mészkőréteget. Kemény, tömör kifejlődésű. Magassága 188 m tszf.

#### 20. Szemlő-hegyi előfordulás

A Szemlő-hegy 233,5 m-es magasságú kúpján nagyobb blokkban fordul elő. Fekvéje budai márga, amely a közelben, feltárásban is nyomozható. Genetikailag összefüggésbe hozható a környező karbonátos kőzetekben kialakult barlangokkal



és karsztos üregekkel (Szemlő-hegyi-barlang), amelyeket termális karsztvizek oldottak ki. Nagy részét lefejtették, ma már csak egy jelentéktelen előfordulás.

A mészkő tömör, néhol kristályos, rétegzett, néhol kaotikus gyüredezettség figyelhető meg. Magassága 233 m tszf.

#### 21. Rózsadomb, Szőlészeti Kutató Intézetnél lévő előfordulás

Ma már csak szétszórt tömbökben és törmelékben nyomozható. Nagyobb blokkok a Vasas sporttelep felső részén figyelhetők meg nem eredeti, hanem lecsúszott helyzetben. A terület ma is mozgásveszélyes. A közelmúltban készített mélyszivárgók (12–14 m) építése közben is feltárták darabjait agyagos, löszös negyedidőszaki rétegek közé keveredve. A mészkő sok helyen tömeges rétegzetlen, de vannak darabok, amelyek vékonyrétegzettek. Sok helyen pizolitos és néhol vízszintes rétegzettségű. Kemény, tömör. Schréter Z. (1953) *Radix ovata* DRAP. kőbeleit említi meg a mészkőből. Magassága 170 m tszf.

#### 22. Budai várhegyi édesvízi mészkő

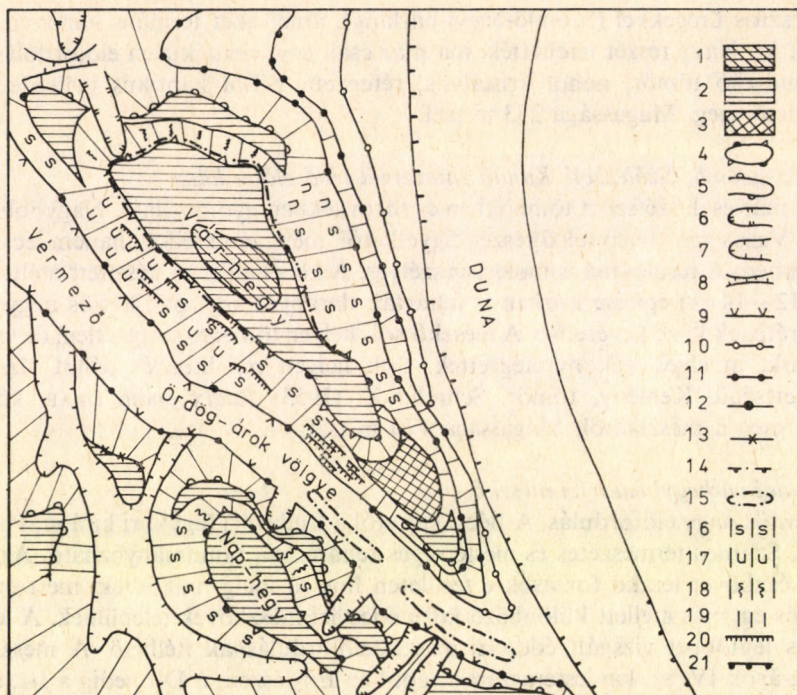
Jelentős nagy előfordulás. A Bécsi kaputól a Budavári (egykori királyi) Palotáig terjed. Számos természetes és mesterséges feltárásban tanulmányozható. Az édesvízi mészkövet lerakó források e területen hosszú ideig működtek, mert egymás felett és egymás mellett különböző korú édesvízi mészkövek települnek. A legjobban és legtöbbet vizsgált édesvízi mészkőelőfordulásnak ítélték. A mészkő az Ördög-árok IV. sz. kavicsteraszára települ az É-i részen, a D-i pedig a III. sz. teraszra, illetve helyenként közvetlenül a budai márgán található. A IV. sz. teraszra települő édesvízi mészkőösszletből a középsőpleisztocén – felsőbiharium – fiatalabb szakaszára (Tarkő–vértesszőlősi fázis) jellemző fauna került elő, amelyet Mottl M. (1942), Jánossy D. (1979) részletesen értékelt. A IV. sz. teraszon levő mészkő Th/U kora  $358\,000 \pm_{-60}^{+60}$  év. Az Ördög-árok III. sz. teraszára települő édesvízi mészkő Th/U kora pedig  $160\,000 \pm_{-27}^{+38}$  év.

Jánossy D. (1979) megállapítja, hogy a Fortuna utcából előkerült fauna kifejezetten „interglaciális” jellegű, amit a gazdag kétéltű és hüllőfauna (elsősorban *Testudinata*), valamint a fehérfogú cickányok és denevérek, *Crocidura* és főleg a *Rhinolophus méhelyi* különösen kihangsúlyoznak.

A Várhegyen, a Hilton szálló alapozási munkálatai során feltárt agyagos üledékekből előkerült faunát (*Sorex araneus* sp., *Arvicola* sp., *Lagurus lagurus*, *Microtus arvalis*) Jánossy D. (1979) külön faunaszintként különítette el; korát a középsőpleisztocén felső szakaszára (Castellumi szint) rögzítette, megemlítve, hogy a fauna mérsékelt-száraz jellege miatt interglaciálist képvisel.

Krolopp E. (1961, 1976) molluszka vizsgálatai is alátámasztják és megerősítik Jánossy D. megállapításait. A Várpalota területén Krolopp E. felsőpleisztocénre (riss-würm interglaciális) jellemző faunát gyűjtött. E vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a várhegyi édesvízi mészkövek korban jelentősen eltérnek egymástól. Különböző generációjú mészkövek fordulnak elő (33. ábra). Az idősebb mészkő kemény, tömött, kristályos szövetű, de kisebb járatok, oldásos üregek hálózák át. A fiatalabb mészkő, amely a Várpalota környékén fordul elő már laza, növénymaradványokban dús és sok helyen 2–3 cm nagyságú pizolitokat is tartalmaz. Vastagsága 5–15 m között változik.





33. ábra. A budai Várhegy és környezetének geomorfológiai térképe (Leél-Össy Sándor és Juhász Ágoston adatainak felhasználásával szerkesztette: Schweitzer F.) 1 = 160–170 m tszf.-i édesvízi mészkőszint; 2 = 152–160 m tszf.-i édesvízi mészkőszint; 3 = 142–152 m tszf.-i édesvízi mészkőszint, 4 = eróziós–deráziós szigethegy; 5 = deráziós terasz felszíne és pereme; 6 = erózióval átalakított deráziós völgy; 7 = eróziós völgy; 8 = domborzati nyereg; 9 = az Órdög-árok-patak völgytalpa; 10 = I. sz. magasártéri szint, 11 = II/a. sz. terasz pereme; 12 = II/b. sz. terasz pereme; 13 = III. sz. terasz pereme; 14 = IV. sz. terasz pereme; 15 = feltöltődött medermaradvány; 16 = fosszilis csuszamlásos lejtő; 17 = recens csuszamlásos felszín; 18 = fosszilis szoliflukciós lejtő; 19 = stabil lejtő; 20 = kiépített partszakasz; 21 = antropogén tereplépcső

### 23. Nap-hegyi előfordulás

A Nap-hegyen 150 m magasságban fordul elő. Teljesen beépítették, az édesvízi mészkő csak törmelékben található meg a Tigris utca–Ág utca környékén. A fúrások is több helyen harántolták 6–8 m-es vastagságban. A fekü 139–140 m-en jelentkezett, és ez budai márga.

#### 6.1.4. A Solymári-völgyhöz kapcsolódó előfordulások

E völgyhöz is jelentős számú édesvízi mészkőelőfordulás kapcsolható, jelezve azt, hogy egykor e területszakaszon is igen intenzív forrásműködés volt.

### 24. Üröm-hegy felső előfordulás

Az Üröm-hegyen jelentős felszíni elterjedésben, 195 m tszf.-i magasságban települ az édesvízi mészkő, amelyet a közelben felszínen levő triász dolomitból fakadó



források raktak le. Egykori nagyon intenzív forrásműködési területként értékelhető. Az édesvízi mészkő vastagságát 6–8 m-re becsülhetjük. A kőzet szürkés-fehér, likacsos, néhol igen tömött, pados, de vékonyrétegzett részek is megfigyelhetők. Egy jelentős nagyságú tavi lerakódásnak tekinthető. A mészkövet kisebb-nagyobb kőfejtőkben tárták fel és egykor intenzíven fejtették.

A gerinces faunát Jánossy D. (1979) határozta meg. A langyos vízű tóból egyedülálló halfauna, valamint hazánkból először innen került elő víziló (*Hippopotamus antiquus* Desmarest) lelet is. A fauna alapján a mészkő alsóbihari korú, tehát az alsópleisztocén felső szakaszára (Templom-hegyi fázis) rögzíthető.

Krolopp E. (1961) a mésziszapos rétegekből gazdag molluszkafaunát gyűjtött be. Vizsgálatai szerint kisebb részben szárazföldi, uralkodóan azonban vízcsigák kerültek elő.

Az alsó rétegek faunája meleg, száraz klímát, 24–26 °C-os vízhőmérsékletet jelez, míg a felsőben meleg-, nedvesség igényű fajok dominálnak, 17–20 °C-os vízhőmérsékletre utalva. Az alsóbb szakasz nyíltabb vízfelületre utal, míg a felsőbb zártabb növényzettel benőtt mocsaras, sekélyvízű tóra.

A szárazföldi csigafajok nagy része erdőlakó volt, ezért a tó környékén bokros, ligetes galériaerdő valószínűsíthető. Itt volt az élettere az *Archidiskodon meridionalis örömensis* VÖRÖS, *Trogontherium schmerlingi* (LAUG.), *Dicerorhinus* cf. *etruscus* (FALC.), *Cervus* sp.-C. *Axis*-csop. fajoknak.

#### 25. Arany-hegy felső előfordulás

Az Arany-hegy 177 m-es magassági pontja környékén található keskeny vonulatban. Vastagsága 5–6 m-re becsülhető. Kemény, de nagyon likacsos és növény-maradványokban rendkívül gazdag. Kisebb tóban történő keletkezés valószínűsíthető. Környezete beépített. Schréter Z. (1953) több édesvízi csigafajt írt le a mészkőből. Feküjéből kavicsokat említ.

#### 26. Öröm-hegy alsó előfordulás

A helyszíni bejárás szerint a felső édesvízi mészkőszint alatt, az Örömi út–Újvári út között fordul elő. Beépített területen van. Vastagsága 3–4 m-re tehető. Rétegzettsége változó és lazább, helyenként mésziszapos kifejlődésű. Schréter Z. (1953) szerint a századfordulón fejtették, és a fekvőjében sárga, homokos agyag van, amelyben édesvízi Ostracodákat sikerült kimutatni. Megállapítása szerint e fekvő réteg is még az édesvízi mészkőösszlethez tartozik. Magassága 150 m tszf.

#### 27. Arany-hegy alsó előfordulás

Az Arany-hegy oldalában, az óbudai temetővel szemben is megtalálható az édesvízi mészkő kisebb elterjedésben. Vastagsága 3–4 m-re tehető. Helyszíni bejárásunk alkalmával csővezeték építés során feltárták. Lazább növénymaradványokban gazdag kifejlődésben jelentkezett. Schréter Z. (1953) részletes rétegsort ad egy akkori előfordulásról. Leírása szerint két szintben is 20–30 cm vastag mésziszap-rétegek tagolják a kisvastagságú összletet. *Radix ovata* DRAP. kőbeleket említ a mészkőből. A terület ma teljesen beépített. Magassága 135–140 m tszf. (29. kép).



### 28. Csúcsos-hegy dűlő felső előfordulás

A Solymári-völgy jobb oldali előfordulása 160 m tszf.-i magasságban. A helyszíni bejárás során szálban nem sikerült rögzíteni mészkövet, csak törmelékben. Kisebb forrásműködés eredményeként keletkezett.

Horusitzky H. (1938a) térképe nagy elterjedésben mutatja. Ezt azonban nem sikerült bizonyítani. A terület beépítetlen, mezőgazdasági művelés céljából hasznosítják.

### 29. Csúcsos-hegy dűlő alsó előfordulás

A Solymári-völgy alsó szakaszán, a völgytalp felett 135–140 m tszf.-i magasságban tárták fel. Horusitzky H. (1938) is jelzi az előfordulást. Schréter Z. (1953) nem említi.

Házalapozásnál létesített kisebb feltárásban sikerült rögzíteni. A mészkő laza, kézzel morzsolható volt, de helyenként kemény padok is közbe iktatódtak. Csak kisebb előfordulásként értékelhető, és vastagsága sem lehet jelentős (2–3 m-re becsülhető).

Valószínűsíthető, hogy a hármashatár-hegyi karbonátos kőzetekből álló vonulatot kísérő vízzáró, oligocén rétegek közé ékelődő triász sasbércből származott az édesvízi mészkövet lerakó forrás vize.

## 6.1.5. A Dera-patakhöz kapcsolódó előfordulások

### 30. Budakalász monalovác-hegyi előfordulás

A Budakalász községtől Ny-ra, kb. 2 km-re, a nagykevélyi triász időszak karbonátos sasbérc-vonulathoz kapcsolódva található az előfordulás 240 m tszf.-i magasságban. Több bánya tárja fel és ma is intenzíven bányásszák. Ezért kifejlődése 15–20 m-es bányafalban jól tanulmányozható (30. kép). Genetikailag egy nagyobb forrástó képződményének tekinthető. A vizsgálatok szerint 5 egymás feletti mészkőgeneráció különböztethető meg. A tó esetenként összehúzódott vagy kiterjedt, illetve áthelyeződött. A fúrások szerint a forrásvíz egy felsőeocén mészkő sasbércből származott, amelyet É és Ny felől hárshegyi homokkő, D-ről és K-ről pedig oligocén homokos agyagrétegek határolnak. A közvetlen fekvő a hegyláb-felszínbe bevágódó Ős-Dera-patak agyagos durva kavicsos üledéke, amelyben 15–20 cm Ø-ű görgeteg is vannak. A görgeteg jelentős része dachsteini mészkő. A mészkövet számos nyitott hasadék járja át, amelyek a fekvő egyenlőtlen megsüllyedése révén keletkeztek. Ilyen áltektónikus eredetre vezethető vissza a mészkő enyhe gyűrődést mutató helyzete is (látszólagos antiklinális).

A mészkőből és az azt tagoló mészsízap rétegekből Schréter Z. (1953) és Krolopp E. (1961) számos molluszkát gyűjtött. *A. Fagotia doboi* (Schr.) nagy számban mutatható ki, néha összemosott halmazokban. Nevezetes még a *Gastrocopta nouletiana* (MÜLL.), *Gastrocopta gracilidens* (SANDBG.) is, amelyet Krolopp E.-nek itt sikerült először megtalálnia hazánkban a pleisztocénben. A molluszkafauna alapján az édesvízi mészkő kétséget kizáróan interglaciálist mutat. Az alsóbb rétegek meleg, szárazabb klímát jeleznek, a felsők pedig kissé nedves, de hűvösebb éghajlatra utalnak. Jánossy D. (1979) a kőfejtőből *Hippopotamus antiquus* Desma-



rest., *Cervus* cf. *acoronatus* Beninde., *Dicerorhinus* aff. *etruscus* (FALC.), *Equus stenosis* Cocchi f. *tipica* gerinces faunát írt le.

Ebből a faunából a legjelentősebb volt a víziló (*Hippopotamus antiquus* Desmarest), amely itt került másodízben elő. A közelmúltban *Bovida* fogmaradványok kerültek elő (Kretzoi M. meghatározása) (l. 30. kép).

### 31. Monalovác-hegy D-i oldali előfordulás

Az előző előforduláshoz csatlakozva mezőgazdaságilag művelt területen jelentős elterjedésben édesvízi mészkőtörmelék nyomozható. Feltárásban nem vizsgálható. Analógia alapján a harapovácsi előfordulásnak megfelelő minőségű és vastagságú lehet. Magassága 230 m tszf.

### 32. Pusztá-hegy környéki előfordulás

A Pusztá-hegyen és környékén régi kisebb kőfejtőkben és felszíni kibukkanásokban mutatkozik. Az édesvízi mészkő kemény, likacsos kifejlődésű. Területi elterjedése kicsi. 220–235 m tszf.-i magasságban található (31. kép).

### 33. Kálvária-tető felső előfordulás

Egykor fejtették és a felhagyott bányában a mészkőösszlet kifejlődése vizsgálható. Vastagsága 15 m. Anyaga rétegzett kemény mészkő, amelyben 20–30 cm vastagságú laza mészsizaprétegek iktatódnak közbe. Magassága 220 m tszf.

### 34. Ezüst-hegy felső előfordulás

Budakalász felett jelentős területi elterjedésben nyomozható. Több bánya és fejtés tárja fel. Vastagsága 5–15 m között változik. Anyaga részben tömör, rétegzett, részben pedig laza, mészsizapos kifejlődésű. Ma már jelentős része beépített. Az édesvízi mészkő 210 m tszf.-i magasságban települ (32. kép). Schréter Z. (1953) benne *Limnaea stagnalis* L., *Stagnicola palustris* MÜLL., *Radix ovata* DRAP., *Planorbis carinatus* MÜLL., *Bithynia tentaculata* L. fajokat határozott meg.

### 35. Felső-hegyi előfordulás

Békásmegyertől DNy-ra helyezkedik el 230 m tszf.-i magasságban. Az összlet vastagsága 4–5 m. Kordos L. a mészsizapos üledékből orrszarvú-féle ujjperacet határozott meg. Kifejlődése kedvezőtlen, mert a tömör, jó minőségű mészkő az összleten belül csak 1–2 m, a többi laza, nem kötött rétegekből áll (33. kép).

### 36. Majdán-fennsíkai előfordulás

A Budai-hegységi édesvízi mészkőelőfordulások legészakibb tagja. Pomáz községtől Ny-ra található. Egyike a legnagyobb területi kiterjedésű előfordulásoknak.

A mészkőösszlet vastagsága 6–8 m. Kifejlődése a feltárásokban kedvezőtlen, mert a jó minőségű kemény, tömör mészkő csak padokban fordul elő és az összlet jelentős részét laza anyag teszi ki. Helyenként az összletben mocsári agyagrétegek és fagyaprózódásból eredő törmelékes mészkőszakaszok figyelhetők meg.

E körülmények jelzik az édesvízi mészkövet lerakó források időszakonkénti kiapadását. Schréter Z. (1953) a mészkőből több csigafajt írt le (*Pisidium* sp., *Valvata* sp., *Planorbis planorbis* L.). Az édesvízi mészkő a Dera-patak hordalék-



anyagára települ. A terasz anyag feküje oligocén réteg. A források a közelben levő triász mészkörögből fakadhattak és ezek előterében egy hatalmas sekély vízü tavat táplálhattak. Ebben képződött az édesvízi mészkő. Ez a tó azonban esetenként kiszáradhatott vagy összehúzódhatott. Ezzel magyarázható az igen változatos üledékösszetétel keletkezése. Tengerszint feletti magassága 180 m (34. kép).

#### 37. Harapovács alsó előfordulás

A Harapovács felső előfordulás alatt fennsíkot képezve újabb édesvízi mészkő kibukkanások vannak. Vastagsága 6–8 m-re becsülhető és kemény, tömör kifejlődésű. Magassága 170 m tszf.

#### 38. Verebes-dűlői előfordulás

Budakalász község felett 160 m tszf.-i magasságban helyezkedik el; részben szálban, törmelékben nyomozható az édesvízi mészkő. Területi elterjedése nagy. Vastagsága feltárások hiányában nem adható meg. Kemény, tömört és a rétegzettség alapján tavi kifejlődés valószínűsíthető.

### 6.1.6. A Duna völgyéhez kapcsolódó előfordulások

Az ehhez kapcsolt előfordulások kivétel nélkül a Duna völgyének teraszain vagy az allúviumon fordulnak elő. Így a források felfakadását a Duna eróziós tevékenysége befolyásolta.

#### 39. Kálvária-tető alsó előfordulás

Budakalász közelében van. Területileg nagyon kicsi előfordulás és vastagsága 4–5 m-t tesz ki. Anyaga kemény, tömör, jó minőségű. Kisebb, rövid ideig működő forrás hozhatta létre. Magassága 180 m tszf. A Duna V. sz. teraszának erózióbázis szintjében képződött.

#### 40. Ezüst-hegy alsó előfordulás

A térszínileg felette levő 210 m-es tszf.-i magasságú előforduláshoz csatlakozik, de alacsonyabb, 180 m tszf.-i szinten. Az édesvízi mészkőelőfordulás szélein az V. sz. Duna-terasz kavicsnyomai is felismerhetők (Pécsi M. 1959b). Kiterjedése kicsi, kemény rétegzett, növénymaradványokban gazdag. A folyó alluviális szintjén kisebb tóban képződött.

#### 41. Péter-hegyi előfordulás

A csillaghegyi egykori agyagbánya művelés során tárták fel 200 m tszf.-i magasságban. A péter-hegyi triász dolomithoz csatlakozik az előfordulás és a dolomit-rögből fakadó források hozták létre. Vastagsága 4–5 m-re becsülhető. Kemény, tömör, de laza mésziszapos rétegek tagolják az összletet. Horusitzky H. (1938) nagyobb elterjedésben adja meg. A 2–3 m-es laza mésziszapos rétegből Krolopp E. (1961) jelentős molluszkafaunát gyűjtött. Az összlet alsó részén a csigafuna olyan fajokból áll, amelyek meleg és szárazabb éghajlatra jellemzők, a felső részen pedig nedvességekdedlő, hidegtűrő elemek jutnak túlsúlyra. Ezek mai elterjedésüket tekintve északkeleti, északi, alpesi fajok.



#### 42. Apostol utca 15–17. sz. alatti előfordulás

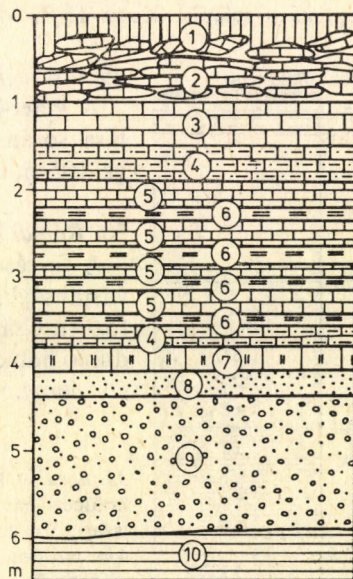
A Lukács fürdő felett, 160 m tszf.-i magasságban, a házak között kertekben, nagyobb tömbökben és törmelékben található az édesvízi mészkő. Kisebb tóban képződhetett, amelyben dús vegetáció nőtt, mert növénymaradványokban rendkívül gazdag a mészkő. Egyik mintán 15–20 cm átmérőjű fatörzs metszet is felismerhető. Csak kisebb előfordulásként értékelhető (35. kép).

#### 43. Kiscelli előfordulás

Régóta ismeretes, nagyobb kiterjedésű előfordulás. Több helyen bányászták egykor. Ma már teljesen beépítették. Minősége nagyon változó horizontálisan és vertikálisan egyaránt. Két geomorfológiai szinten települ: a magasabb 160 m tszf.-i magasságban közelhegységi törmelékkúpra települve, és egy alacsonyabb 145–150 m tszf.-i magasságban, feltehetően a Duna III. sz. teraszára. Vannak nagyon tömör, jó minőségű területek, de vannak laza, alig cementált szakaszok is. Vastagsága 8–10 m. Ma már nem hasznosítható. Jánossy D. (1979) szerint a kiscelli édesvízi mészkőből csak régi meghatározású, revízióra szoruló gerinces fauna anyag áll a rendelkezésre: *Equus caballus* L., *Cervus megaloceros*, *Mammuthus trogontherii* Pohlig lelet (Peters K. 1857; Szabó I. 1863), *Coelodonta antiquitatis* BLB., *Canis* sp., *Bos taurus* L. Az alacsonyabb geomorfológiai helyzetű édesvízi mészkő 175 000 évesnek bizonyult. A Th/U vizsgálat alapján az Oldenburgium solymári szakaszának középső részére helyezhető. Krolopp E. (1961) az édesvízi mészkőösszetételből több helyről gyűjtött be molluszkafaunát. Vizsgálatai szerint a feltárások 3 fauna típusba tagolhatók. A legalsó faunaegyüttes hideg, hűvös, nedves fajokból áll. A középső részen meleg-száraz, felül pedig hideg-száraz klímára utaló csigák kerültek elő. Az ÉNy-DK-i irányba kb. 600 m-t is meghaladó előfordulást a mátyás-hegyi karbonátos kőzetekből kilépő források rakták le. A hegy lábánál egy jelentős nagyságú tó alakult ki, ebben képződött az édesvízi mészkő.

Ennek a tónak a kiterjedése és mélysége változhatott, sőt időszakonként teljesen elmoszarasodhatott, mert egyes rétegek csak növényi részekre kicsapódott csövecskék halmozából állnak. Továbbá 3–4 szinten mésziszapos, mocsári agyag rétegek is tagolják, amelyek az egykori tó változatos fejlődését mutatják (34. ábra, 36. kép).

34. ábra. A Duna III. sz. teraszára települő édesvízi mészkőösszetétel szelvénye, Kiscell, Budapest. 1 = recens talaj; 2 = fagyaprózódott travertino; 3 = vastagpados travertino; 4 = mésziszap; 5 = vékonypados travertino; 6 = folyóvízi iszap és agyag; 7 = mocsári agyag; 8–9 = folyóvízi homok, homokos kavics (a Duna IV. sz. terasza); 10 = középsőoligocén agyag





#### 44. Farkastorki előfordulás

A Farkastorki út 24. sz. ház környezetében 160 m tszf.-i magasságban települ az édesvízi mészkő. Az út egy részét e képződménybe vágták. Az édesvízi mészkő-összletet keményebb padok és lazább morzsolható rétegek tagolják. E részen kemény, kristályos kifejlődésű volt. Vastagsága 8–10 m-re becsülhető. A mészkő teljes kiterjedése nem állapítható meg pontosan, mert 3–5 m vastag, fiatalabb lejtőtörmelékes üledékösszlet takarja be.

#### 45. Farkastorki lejtő előfordulása

A farkastorki lejtő folytatásában, a Labanc utca jobb oldalán az édesvízi mészkő a Duna völgyére egy előre ugró kis fennsíkot alkot. Környezete beépített, csak kisebb-nagyobb törmelékanyagban nyomozható. Kemény, vékonyrétegzett kifejlődést mutat, valószínűsíthető, hogy kisebb tóban képződött. Települési magassága 160 m tszf.

#### 46. Labanc köz felső előfordulás

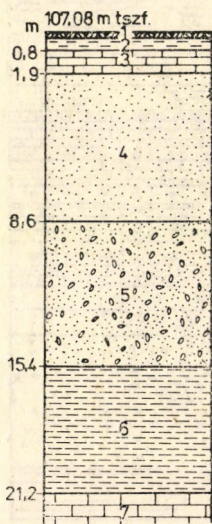
A Labanc köz végénél törmelékben figyelhető meg az édesvízi mészkő. Kis előfordulás. Környezete teljesen beépített. Települési magassága 135 m tszf.

#### 47. Labanc köz alsó előfordulás

A Bécsi út felé eső területen van 135 m tszf.-i magasságban. Laza, növénymaradványokban gazdag. Kis helyi előfordulásként értékelhető.

#### 48. Bécsi úti előfordulás

A Bécsi úti útbevigésben, a Shell benzinkúttal szemben nagyobb tömbökben bukkan ki az édesvízi mészkő. A közelben a RADELKISZ épületének tereprendezése során több helyen feltárták. Települési magassága 120 m tszf. A Duna II/b. sz. teraszára települ. Kora Th/U vizsgálatok alapján 60 000 év.



#### 49. Csillaghegyi strandi előfordulás

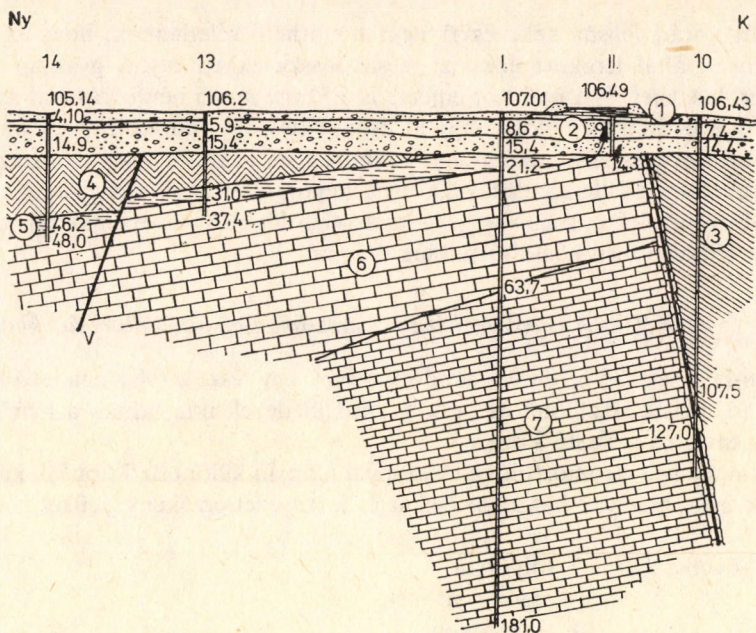
A Péter-hegy lábánál fakadó karsztos hévforrások foglaltatása során tárták fel. Elterjedése kicsi. Települési magassága 105 m tszf.

#### 50. Római fürdői előfordulás

A források foglaltatása során (1959–60) tárták fel 1–2 m vastagságban, laza kifejlődésben. Területi kifejlődése korlátozott. Csak az egykori tó környékére korlátozódik. Fekvője dunai homok, kavics. Települési magassága 105 m tszf. (35. – 36. ábra).

35. ábra. A Duna első ármentes teraszára (II/a. sz., würm) települő holocén édesvízi mészkő, Római fürdő. 1 = feltöltés; 2 = mésziszap; 3 = laza, szivacsos szerkezetű, vékonypados édesvízi mészkő; 4 = iszapos homok; 5 = homokos kavics; 6 = felsőeocén budai márga; 7 = felsőeocén mészkő





36. ábra. A Római fürdő földtani szelvénye. 1 = szivacsos szerkezetű laza, porózus tavi-mocsári típusú édesvízi mészkő; 2 = durvahomokos kavics, a Duna I. ármentes terasza, II/a. sz. (würm); 3 = közéso oligocén agyag, agyagmárga (kiscelli agyag); 4 = alsó oligocén agyagmárga (tardi); 5 = felső eocén márga (budai márga); 6 = felső eocén lithothamniumos mészkő; 7 = dachsteini mészkő (felső triász); V = vető

### 51. Rudas fürdői előfordulás

E mészkövet a Gellért-hegy lábánál fakadó források rakták le. Laza kifejlődésű. A fürdő épületek az előfordulást eltakarják. Települési magassága 107 m tszf.

### 52. Budajenői előfordulás

A Budai-hegység Ny-i oldalán, a községtől É-ra és ÉK-re 3 kisebb pannóniai alemeletbeli előfordulás mutatható ki. Az édesvízi mészkő területi elterjedése és vastagsága kicsi. Abráziós kavicsokon képződött. A mészkő nagyon hézagos, mert növények halmazából áll. Települési magassága 270 m tszf. A Budai-hegység Ny-i oldalán Ferenczy I. (1925) említ még a budajenői előforduláson túlmenően a Pátyi út mentén kisebb előfordulást. Ezt azonban nem sikerült azonosítani, illetve megtalálni, ezért kataszterünk összeállításánál nem vettük figyelembe.

## 6.2. A Budai-hegység karsztvízföldtani viszonyainak fejlődéstörténete a felsőpannóniai alemelettől a holocénig az édesvízi mészkőszintek alapján

A Budai-hegységben és peremén a számos édesvízi mészkőelőfordulás tanúja a mai termális karsztforrások őseinek. Ezek a források a természeti jelenségek igen érdekes — néha páratlan — megjelenésformái, amelyeknek jelentőségét, többcélú hasz-



nosítását korán felismerték. Ezért nem tekinthető véletlennek, hogy az egykori hévforrások által lerakott édesvízi mészkőösszletekben olyan gyakran találunk ősemberi leleteket, és a mai kor embere is a Duna menti hévforrásokat sokcéluan hasznosítja és irántuk régóta nagy az érdeklődés. Így indokolt, hogy az ezekkel kapcsolatosan megjelent szakmunkák száma igen nagy. A korábbi szerzők által leírt ismeretanyag felhasználásával a saját megfigyeléseink és vizsgálataink alapján kívánjuk felvázolni a Budai-hegység karsztvízföldtani viszonyainak fejlődéstörténetét az édesvízi mészkőelfordulások alapján.

#### 6.2.1. *A jelenkori hévizes karsztforrások vízföldtani áttekintése*

A Budai-hegység K-i peremén fakadó források egy része a felszínen levő kőzetekből fakad, másik részüknél pedig közvetítő üledékek iktatódnak a tényleges, de elfedett karsztos víztartó közé.

A fakadási hely geomorfológiai viszonyai alapján különböző típusok különböztethetők meg, amelyek hasznosításukat és környezet érzékenységüket is befolyásolják.

Ezek a következők: a) folyóban  
b) egykori ártéren  
c) teraszokon

a) A hévforrások egy része a Dunában tör fel. Ezek egy része a mederfenéken, zátonyon, vagy a part közelében attól függően, hogy a vízvezető karbonátos kőzet hol helyezkedik el. Ezeket szökevényforrásokként tartják számon.

b) A budai hévforrások második része a folyó közelében, annak alacsony vagy magas árterületén fakad. Természetesen a mai állapot már nem tükrözi az eredetit, de ez könnyen rekonstruálható. Az alacsonyabban fekvő forrásokat gyakrabban, a magasabban fekvőket ritkábban öntötte el a folyó.

c) A Dunát kísérő alacsonyabb teraszokon (első ármentes terasz és a II/a.) is ismeretesebb forráskilépések. Ezeket a folyó legmagasabb áradása sem veszélyezteti, így működésüket a Duna közvetlenül már nem befolyásolja.

A fenti csoportosítás egy forrásfejlődési trendet — mederforrás, ártéri forrás, teraszforrás — is jelez. Az előzőekben közöltek alapján, figyelembe véve a helyi sajátosságokat, az alábbiakban vázlatosan ismertetjük az egyes forrásokra vonatkozó főbb vízföldtani jellemzőket:

A) Csillaghegyi, B) Római fürdői, C) Lukács fürdői, D) Rudas fürdői, E) Gellért fürdői, F) Szökevényforrások.

A) A csillaghegyi típusú forrás közvetlenül a hegység peremén fakad igen széles alluviális síkság határán, részben fiatal üledékkel, részben pedig harmadidőszaki vízzáró képződményekkel elfedett sasbércből.

B) A Római fürdői típusú forrás a hegységet K-ről szegélyező több km<sup>2</sup>-es alluviális síkság középtáján fakad, ahol a karsztrög felett kb. 15 m-es folyóvízi eredetű vízvezető réteg van.

C) A Lukács fürdői típus átmenet az elfedett sasbérce és a felszínen levő karbonátos kőzetekből fakadó forrás típus között. A források egy része a felszínre ki-



bukkanó karbonátos, víztartó kőzetekből fakad (malomtavi források), míg a források másik része a dunai üledékekkel takart felsőeocén kőzetből tör fel.

D) A Rudas fürdői források a felszínen levő dolomitból fakadnak a vízzáró vagy rossz vízvezető harmadidőszaki képződmények határán.

E) A Gellért-hegyi források is közvetlenül a felszíni dolomitból fakadnak. Részben a Duna medrében.

F) A szőkevényforrások több helyen fakadnak a Dunában. Így a Dagály fürdőnél, a Margitsziget É-i részén és a Gellért-hegy előterében. Jelentős vízmennyiség kiáramlása tételezhető fel a folyóban.

## 6.2.2. A karsztforrások hidrodinamikai rendszere

A méltán híres karsztforrások egy önálló karszthidrodinamikai rendszerhez kapcsolódnak. Ennek a rendszernek legmélyebben kibukkanó tagjaiból fakadnak a források. Tehát e karsztos kőzetek a hidrodinamikai rendszer megcsapoló részeként funkcionálnak.

Az ilyen félig nyitott rendszernek három részét lehet megkülönböztetni.

1. *A felszíni karsztos kőzetek területe*, ahol a csapadékvíz beszivárog és a mélybe jut.

2. *Az átmeneti öv* biztosítja a kapcsolatot a felszíni és mélybe süllyedt karbonátos kőzetek között: (a) ezen keresztül jut a víz a mély tárolókba, (b) itt alakult ki olyan vízföldtani helyzet, amely kedvez a karsztvíz felfakadásának, (c) ebben az övben keveredik a különböző irányokból áramló eltérő hőmérsékletű és minőségű karsztvíz.

3. *Az elfedett karbonátos tároló kőzetekben* melegedik fel a karsztvíz, és a rendkívül lassú áramlás miatt ásványi sókban is itt dúsul fel. Itt lesz a karsztvízből karsztos hévíz. E három egység szervesen kapcsolódó, összefüggő dinamikai egységet alkot.

A budai hévforrások is részei a Dunántúli-középhegység nyitott karszthidrodinamikai rendszerének. A hévforrások tápterülete a Budai-hegységen túl kiterjed a Pilis, a Gerecse és a Vértes-hegység egyes részeire is. E hegységek karbonátos kőzetei erősen karsztosodtak és a többszakaszos kéregmozgások miatt jelentős az összetöredezettségük is. A karszrendszer vizének egy része a hegység peremén ismét a felszínre fakad, a másik része tovább áramlik a Duna bal partjától K-re levő nagy területű, fedett karbonátos kőzetekben.

A budapesti hévizes karsztforrások vize kevert karsztvíz. A hegység körüli mély, karbonátos kőzetek felől áramló meleg, nagy oldott sótartalmú hévíz keveredik a hegységből a perem felé mozgó hideg vagy langyos karsztvízzel.

Miután a hévizek az erózióbázis közelében, folyóban, ártéren vagy az alacsony teraszon fakadnak, a Duna befolyásoló szerepe erőteljesen érvényesül a hidrodinamikai rendszer megcsapoló részére, részben közvetlenül, részben pedig közvetve. A szubaquatikus forrásoknál közvetlen összefüggés, kapcsolat alakult ki, így a Gellért-hegy környékén a Duna befolyásoló szerepe a legnagyobb. Alacsony vízállások idején több hévíz áramlik ki a rendszerből, mint magas vízszintek alkalmával, amikor átmenetileg érvényesül a visszaduzzasztó hatás. A Lukács-Császár



fürdőnél a folyó hatása kis- és középvizek esetén csak közvetve, a talajvizen keresztül érvényesül, miután a források itt nem a folyóban, hanem az egykori ártéren vagy afelett fakadnak. Az árvizek a Lukács fürdő forrásainak egy részét természetes állapot mellett elöntötték. Ahogy emelkedett a folyó vízszintje és közeledett a forrásokhoz, úgy növekedett hatása is. Az emelkedő talajvíz miatt csökkent az eláramló hévíz mennyisége, ez növekvő forráshozamot eredményezett. Megváltozott a helyzet, amikor az árvíz elöntötte a forrásokat, a növekvő víznyomás következtében csökkent a hozamuk. Megemelkedett viszont a hegy lábánál az árvizek felett fakadóké. Így a karsztrendszerben a folyó által okozott dinamikai hatás átmeneti forráshozam átrendeződést idézett elő. Az árhullám levonulása után természetesen visszaállt az egyensúlyi helyzet.

### *6.3. A hévforrások paleo-karszthidrogeológiai viszonyainak vizsgálata*

Célszerű és indokolt a hévizes karsztforrások fejlődését a felsőpannóniai alemelettel kezdeni, mert ettől az időszaktól kezdve rendelkezünk biztosan az egykori forrásműködést bizonyító édesvízi mészkőelőfordulásokkal. A Budai-hegység területén a legújabb vizsgálatok szerint (Kretzoi M. 1978) a Szabadság-hegy környéki édesvízi mészkövek felsőpannóniai korúak (Sümeigumi fauna-együttes).

A Budai-hegység karsztos fejlődésére vonatkozóan természetesen vannak egyéb jelenségek is az édesvízi mészköveken kívül is. Ilyenek a barlangok és karsztos üregek, amelyek szintén nagyon gyakoriak a hegységben. Ezek a vizsgálatok szerint (Pávai Vajna 1932; Scherf E. 1928; Jakucs L. 1950b) hévíz eredetűek. Munkánk során az ezekre vonatkozó adatokat is felhasználtuk. Megállapítható volt, hogy az adatok kölcsönösen kiegészítik egymást, mert keletkezésük korára vonatkozóan is szolgáltatnak bizonyítékokat. Bár nem volt célunk a barlangokkal kapcsolatosan részletes vizsgálatokat végezni, de ahol indokoltnak láttuk, szükség szerint hivatkozunk és következtetéseket is teszünk.

#### *6.3.1. A felsőpannóniai karszthidrodinamikai rendszer*

A jelenkori karszthidrodinamikai rendszernél figyelembe vett szempontok alapján megkíséreljük felvázolni a felsőpannóniai alemeletben kialakult karsztvízföldtani viszonyokat. Természetesen ez is egy hosszabb időszak fejlődésének eredményeként alakult ki. A felsőpannóniai alemelet is hosszabb időszakot (több millió év) ölel át, ezen belül is változtak a karsztvízföldtani viszonyok.

A vízföldtani viszonyok vizsgálata során az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- a) a felszíni és felszín alatti karsztos kőzetek elterjedése,
- b) karsztforrás feltörési helyek, a fakadási szintjük meghatározása és a karsztforrás típusok megállapítása.

a) A földtani vizsgálatok szerint (Földvári A. 1931) a Budai- és a Pilis-hegység, valamint a Vértes és Gerecse ma is felszínen levő triász karbonátos kőzeteinek egy



része már a felsőpannóniai alemelet idején is szárazulat volt. A felsőpannóniai transzgresszió csak a hegységperemi részeket érte el. Egyes helyeken, ahol a karbonátos kőzetek jobban megsüllyedtek, hatolt be mélyebbre. Wein Gy. (1977) szerint a transzgresszió a Budai-hegységet DK-i irányból érte el, és a víz elöntötte Budakeszi, Húvösvölgy, Rózsadomb vonaláig a területet és mélyen behatolt a Bicskei-medencébe, így a hegységet félszigetszerűen vette körül a beltó vize. Szárazulat volt a Nagy-Kevély, Hármashatár-hegy és a János-hegy vonulata, továbbá a budai hévforrások vízgyűjtő területéhez tartozó Pilis, Vértes-hegység karsztos rögeinek egy része is.

A Budai-hegység területén jelentősnek ítéltető a karsztos rögöket lefedő oligocén képződmények szerepe. Akkor még számos olyan karsztrögöt fedtek be, amelyek ma már a felszínen vannak, mert azóta a vízzáró képződmények lepusztultak. Lényegében tehát a karsztos vízgyűjtőterület ilyen vonatkozásban növekedett.

A karsztvíz rendszernek, melyhez a budai hévforrások tartoznak, már a felsőpannóniai alemeletben is jelentős vízgyűjtőterülete volt, ahol az éghajlati adottságoknak megfelelően az évi csapadékmennyiség egy része a karbonátos kőzetek repedésein keresztül a mélybe szívárgott. Így a karsztvízrendszer tápterülete alapjaiban ekkor már kialakult.

b) A tápterületen csapadékvíz-beszívárgás történt, és az erózióbázis magasságában karsztforrások fakadtak. A vízkilépések helyeire a földtani adatok, a barlangok és az édesvízi mészkőelőfordulások nyújtanak felvilágosítást.

A karsztforrások, mint egy adott karsztrendszer megcsapolói mindig a térszíni legalacsonyabban fekvő karsztrögökből fakadnak. Nyilvánvalóan a felsőpannóniai alemeletben is ezek a karszthidrodinamikai törvényszerűségek érvényesültek és a karsztforrások ebben az időben is a térszíni legmélyebben fekvő szabad, vízzáró képződményektől mentes karsztrögökből fakadtak. Ha megvizsgáljuk a felsőpannóniai beltó partvonalára és abráziós színőire vonatkozó adatokat, megállapíthatók a karsztforrások kilépési helyei. Wein Gy. (1977) szerint a felsőpannóniai transzgresszió azért következett be, mert egyes területrészek megsüllyedtek. Az alaphegység részei különböző mértékben süllyedtek meg, illetve ez a mozgás csak a peremi területekre terjedt ki. Ezért az előrenyomuló víz tagolt partvonulatot hozott létre. Egyes karsztos sasbércek szirtként vagy kisebb szigetként emelkedtek a víz fölé, a vonulatok magasabb részei szigetsort alkottak, vagy félszigetszerűen nyúltak be a beltóba. Az erősebben megsüllyedt részek pedig a víz alá kerültek.

A karsztforrások fakadási helyeiként az alábbiak vehetők figyelembe:

1. vízzel kisebb mértékben elborított, de vízzáró üledékekkel nem fedett karsztos sasbércek,
2. szigetként kiálló sasbércek,
3. karsztos kőzetekből álló abráziós színők,
4. karsztos kőzetekből álló hosszabb egységes partvonulat,
5. lagúnák és öblök, amelyek karsztos kőzetek között alakultak ki.

A fenti felsorolásnak megfelelően az akkori karsztrendszer forrásai részben a víz alatt az elöntött vagy szigetként kiálló sasbércekéből, részben a part közvetlen közelében, annak szintjében vagy a szárazföldre mélyen benyúló öblökben vagy lagúnákban, esetleg partjai mentén fakadtak. Az akkori édesvízi mészkőképződés-



re vonatkozóan természetesen azokat a karsztforrásokat rögtön kizárhatjuk, amelyek a tenger alatt vagy közvetlenül a parton fakadtak, mert a lerakódáshoz szükséges feltételek hiányoztak. Édesvízi mészkőképződés olyan csendes, a tengerrel csak időszakosan és lazán kapcsolódó elzárt lagúnákban történhetett, ahol a karsztvíz-hatás érvényesült és hosszú időn keresztül a képződéshez szükséges feltételek biztosítva voltak. Ezek a körülmények – specifikus adottságok – csak egyes forrásoknál alakultak ki. A felsőpannóniai alemelet után kialakult helyzetnek megfelelően az egykori források a maiakhoz hasonló vagy megegyező körülmények között működtek. Ezt igazolják az egykori forráskilépési helyeket rögzítő édesvízi mészkőelőfordulások környezetének földtani adottságai.

### *6.3.2. Az édesvízi mészkövet lerakó források kapcsolata a szerkezeti viszonyokkal*

A Budai-Pilisi-hegységben 53 db önálló édesvízi mészkőelőfordulás ismeretes. Már ez a szám is jelzi, hogy a hegység területén igen aktív forrástevékenység volt, sőt ma is van. Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy összefüggés mutatható ki a hegység földtani, szerkezeti és morfológiai adottságai és az édesvízi mészkövek előfordulásai között. A földtani, szerkezeti és geomorfológiai viszonyok alapján 3 nagy egységet tudunk elkülöníteni, melyekhez az édesvízi mészkövek kapcsolódnak: a Nagykevélyi, a Hármashatár-hegyi, és a János-hegyi egységek. Ezek szerkezetileg, földtanilag és geomorfológiailag is lényegében több, egymással párhuzamos csapásirányú sasbércek sorából állnak. Így pl. a Hármashatár-hegyi egység 6 sasbérc-sorból tevődik össze. Hasonló a helyzet a többi egységnél is. Az egyes egységeket ÉK-ról a pilisi törésrendszer, DNy-ról pedig a Solymári-völgy szerkezeti vonala határolja, amely egyben a Hármashatár-hegyi egység ÉK-i határa is. Ennek DNy-i fő szerkezeti vonala az Ördög-árok völgye. Ez különíti el a János-hegyi egységtől.

Az édesvízi mészkövek a fentebb említett egységek DK-i részein települnek. A forrás lerakódások a peremi területek felé csökkenő magassággal fiatalodnak, mert mindig valamely legalacsonyabban fekvő karsztos kőzetből származtak. Ahol a fiatalabb előfordulások térben eltolva mutatkoznak, ott a forráskilépések nem kötődtek egy adott sasbérc-sorhoz, hanem „átugorva” a másikra, kezdték meg működésüket.

### *6.3.3. A paleo-karszthidrodinamikai rendszer fejlődésmenete*

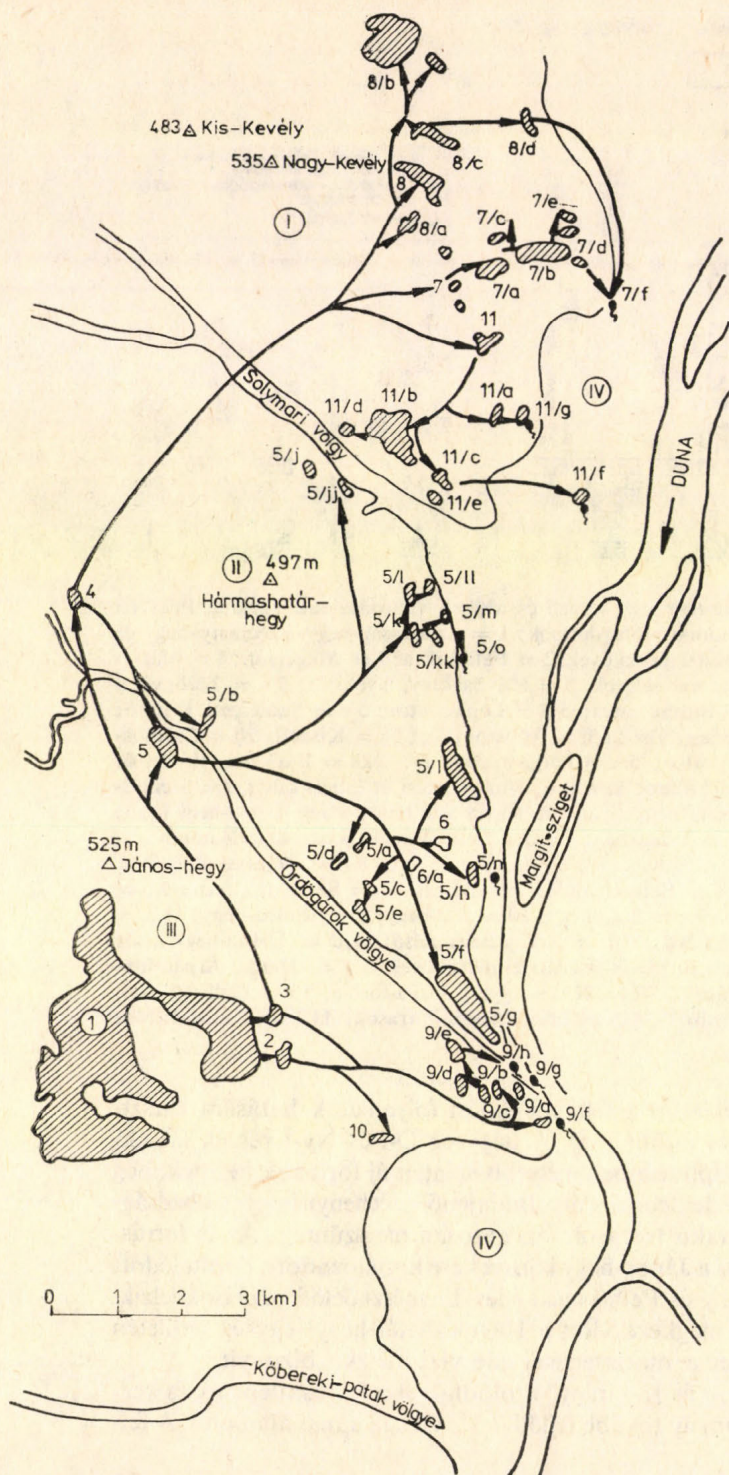
A vizsgálatok szerint felsőpannóniai édesvízi mészkövek csak a János-hegyi egység területén, a Szabadság-hegy-Széchenyi-hegy, Kakukk-hegy, Budaörsi-hegy környezetében vannak. A hegység belső részei szárazulatok voltak. Ez annyit jelent, hogy a Hármashatár-hegyi és a Nagykevélyi egység területeinek karsztos sasbérceinél az akkori magasabb helyzetüknél fogva csak korlátozottan, vagy egyáltalában nem volt forrásműködés.

A János-hegyi egység területén ismert nagyterjedésű és jelentős vastagságú édesvízi mészkőösszlet azt is mutatja, hogy e részen igen bővízű karsztforrások fakadtak, és ez a terület volt a vízkilépések súlypontja (37. ábra).









38. ábra. Helyszínrajz az édesvízi mészkőelőfordulások és a források helyeinek változásairól. I = Nagy-Kevélyi rögsornyaláb; II = Hármas-tár-hegyi rögsornyaláb; III = János-hegyi rögsornyaláb; IV = fiatal folyóvízi üledékekkel fedett terület; → = forráskilépési hely módosulási irányok. (Számzási magyarázó a 37. ábránál.)



sőpliocén forrástevékenységről nagyon vázlatos képet lehet adni, mert ebben a korban csak 3 helyen történt édesvízi mészkőképződés.

Az alsópleisztocénben hatalmas hévforrás tevékenység mutatható ki. Számos nagy és jelentős édesvízi mészkőelőfordulás ismeretes ebből az időből. Ekkor jelentek meg a mai források ősei, és kezdték meg működésüket azok, amelyek határozott és jól kimutatható édesvízi mészkövekkel követhető származási vonalon keresztül több lépcsős paleo-karszthidrodinamikai átrendeződés után jutottak el a mai helyükre (38. ábra). Így az alsópleisztocénben a Budai-hegységben nagy területre kiterjedő „szétszórt” forrásműködés alakult ki és lényegében, például a nagykevélyi rögnyalábhoz tartozó békásmegyeri Attila, Csillaghegyi és Római fürdői források ősei rakták le az alsópleisztocéntól kezdve azokat az édesvízi mészköveket, amelyek területileg ehhez kapcsolódnak, többek között a felső-hegyi, majdán-fennsík, monalovac-hegyi stb. előfordulásokat.

Hasonló helyzet figyelhető meg a Hármashatár-hegyi egység K-i részén, ahol szintén számos pleisztocén kori édesvízi mészkő ismeretes. Ezek közül említésre méltóak a szemlő-hegyi, törökvérszi, kiscelli és a várhegyi előfordulások.



## 7. Felsőpannóniai abráziós teraszok, hegylábfelszínek, folyóvízi teraszok és az édesvízi mészkövek kapcsolata

A Budai-hegységben is, miként a Dunántúli-középhegység más csoportjaiban, a geomorfológiai szintek nélkülözhetetlen vázat nyújtanak az újharmad- és negyed-időszaki felszínfejlődés egymásutjánának értékeléséhez. Pécsi M. (1975) vizsgálatai szerint a Budai-hegység idősebb geomorfológiai szintjeinek magassági helyzete (prepaleogén fedett, illetve exhumált tönkfelszínek) a sasbérceken igen számottevően eltérőek. A neogén időszak alatt formálódott abráziós teraszok magassági helyzetében is sajátos különbségek vannak a Budai-hegység különböző sasbérc-csoportjai között. Sőt, ezek nem minden sasbérc peremén fordulnak elő. A *szarmata abráziós szinlők* a Budai-hegység Ny-i peremén levő sasbérceken 380–360 m tszf.-i magasságban, a *felsőpannóniai abráziós teraszok* 260–270 m tszf.-i magasságban fordulnak elő édesvízi mészkővel lefedve.

Hasonló helyzetben ismertek fel felsőpannóniai abráziós maradványt a Sas-hegyen (220 m tszf.), Rózsadombon, a Ferenc-hegyen (260 m tszf.). A Széchenyi-Szabadság-hegy sasbércén viszont 417–435, 445–472 és 472–500 m tszf.-i magasságban helyezkednek el, szintén édesvízi mészkőtakaróval lefedve.

Így a felsőpannóniai beltő a Budai-hegység területén is – a Dunántúli-középhegység más tagjaihoz hasonlóan – több abráziós szinlőt hozott létre. Ezek a geo-

39. ábra. A Budai-hegység típusainak geomorfológiai térképe. (Készítette: Pécsi M. – Juhász Á. 1973. Az édesvízi mészkőszintek tagolásához Scheuer Gy. és Schweitzer F. bocsájtották rendelkezésünkre publikálás alatt álló kutatási eredményeiket.) A = exhumált, tönkös sasbérc tetőhelyzetben; A<sub>1</sub> = részben exhumált, tönkös sasbérc tetőhelyzetben; B = fedett tönkös sasbérc tetőhelyzetben; B<sub>1</sub> = részben exhumált tönkös sasbérc lépcsőhelyzetben; C<sub>1</sub> = teljesen elfedett tönkös sasbérc hegylábi küszöb helyzetben; C<sub>2</sub> = részben exhumált, tönkös sasbérc hegylábi küszöb helyzetben; C<sub>3</sub> = teljesen exhumált hegylábi sasbércek; D = eltemetett tönk medence helyzetben; E = hegylábi felszínek (glacis); F = réteglépcsős, alacsony fennsík (uralkodóan szerkezeti felszín); G = árterek, völgytalpak; 1 = hegyoldali szerkezeti lejtők, részben hegylábfelszínek; 2 = eróziós völgyek; 3 = aszóvölgyek, vízmosásos árkok; 4 = deráziós völgyek; 5 = első ármentes terasz (II/a); 6 = második ármentes terasz (II/b); 7 = negyedik ármentes terasz (IV); 8 = völgyközi háta; t<sub>1</sub> = édesvízi mészkő az első ármentes teraszszintben, a Duna fölött 10 m relatív magasságban; t<sub>2</sub> = édesvízi mészkő a második ármentes teraszon (R/W interglaciális); t<sub>3</sub> = édesvízi mészkő a harmadik ármentes teraszon; t<sub>4</sub> = édesvízi mészkő a negyedik teraszon, a Duna fölött 60–180 m relatív magasságban (a mellékpatak völgyekben 140 m-ig emelkedik); t<sub>5</sub> = 5. sz. édesvízi mészkőtakaró a Duna 0 vize fölött 90–180 m relatív magasságban; t<sub>6</sub> = 6. sz. édesvízi mészkőtakaró a Duna 0 vize fölött 120–130 m relatív magasságban; t<sub>7</sub> = 7. sz. édesvízi mészkőfoltok a Duna 0 vize fölött 270–280 m-rel magasabban; t<sub>8</sub>–t<sub>9</sub> = a Budai-hegységben tetőhelyzetbe kiemelt édesvízi mészkőtakarók, a Duna 0 vize fölött 350–400 m magasságban (445–472 m A. f.)







morfológiai szintek egyben a heglábfelszínek (felsőpliocén teresztrikus lepusztulási szintek) képződésének kiindulási szintjei is lettek (39. ábra).

A heglábfelszínek a felsőpannóniai üledékeket is elnyesve két geomorfológiai szintet képviselnek. A magasabb 370–360 m tszf.-i magasságból indul ki és lefele húzódik, néhány helyen (Alkony út, Felhő út 360–370 m) édesvízi mészkőtakaróval lefedve. Az alacsonyabb heglábfelszín 270–240 m tszf.-i magasságon helyezkedik el, legtöbb esetben itt is édesvízi mészkővel lefedve (Máriaremete 275 m, Monalovác 240 m stb.). Az édesvízi mészkővel nem védett heglábfelszínek, miután főként laza üledékeken képződtek, gyorsan elrombolódtak, felvölgyelődtek a Budai-hegység völgyrendszerének fejlődése során. Tulajdonképpen ezekhez a geomorfológiai felszínekhez köthetjük az Ős-Német-völgy (360–370 m tszf., Alkony utcai, Felhő utcai édesvízi mészkő jelzi), az Ős-Dera-patak (monalováci 240 m tszf.-i édesvízi mészkőszint) és az Ördög-árok völgyének kiindulási szintjeit is, amit a máriaremetei 275 m-es édesvízi mészkőszint rögzít (l. 39. ábra). A heglábfelszíneknél jóval alacsonyabb helyzetben kialakultak a hosszabb-rövidebb lépcsős terepszintek is, az ún. *derázios lépcsők*, amelyek 2–3 kisebb, kronológiailag már számba vehető geomorfológiai szintet képviselnek. Ez utóbbiak az utolsó interglaciálist megelőzően képződhettek. A fiatalabb és alacsonyabb geomorfológiai felszíneket befedő édesvízi mészkövek a Duna, de főként a Duna mellékpatakjainak teraszaihoz kapcsolódnak, amelyek a vízfolyások erózióbázis szintjeiben, a mindenkor teraszfelszíneken képződtek. Vizsgálataink szerint a Budai-hegység egyes völgyeiben (Ördög-árok, Német-völgy, Dera-patak völgye) az édesvízi mészkőszintek majdnem teljes sorozatát sikerült kimutatni, amelyek 6–7, főként mellékpatak teraszfelszín konzerváltak (l. 39. ábra).

A Budai-hegység K-i peremén nemcsak az idős abrázios teraszok pusztultak le részben vagy egészben az erózió, illetve a lejtőletarolódás hatására, hanem a magasabb helyzetű folyóvízi teraszok legtöbbje is. Csupán az édesvízi mészkővel befedett néhány Duna- és mellékpatak-terasz maradt meg az idősebbek közül (budai Várhegy, Kiscelli-fennsík, Üröm-hegy, Budakalász). A fiatal, alacsony teraszok is többnyire vastag lejtőüledék alá temetkeztek. Több helyen ezek maradványait is az édesvízi mészkő védelmezte meg a lepusztulástól (pl. az óbudai II/b. sz., farkastorki II/b. sz. Duna-terasz esetében).



## *8. A Budai-hegység felsőpannóniai alemelet utáni fejlődéstörténete és szerkezeti mozgásfázisainak meghatározása az édesvízi mészkövek képződésének fázisai alapján*

A Budai-hegység erősen töredezett és enyhén gyűrt szerkezetű sasbérceinek (Wein Gy. 1977, Pécsi M. 1973, Láng S. 1956) mai magassági helyzetét és a geomorfológiai fejlődéstörténetét a többször megismétlődő – süllyedő és emelkedő – tektonikus mozgások irányították a harmad–negyedidőszak folyamán.

A Budai-hegység a miocén végi nyugalmi szakasz után – a pliocénben – ismét megsüllyedt, a déli és nyugati peremeken (abráziós) partmenti homok-kavics képződött. A felsőpannóniai alemeletben pedig még a Szabadság-hegyet és környékét is elöntötte a tenger. Pannóniai agyag- és homoküledékek rakódtak le a Zsámbéki-medencében, a Tétényi-fennsík környékén és a Pesti-síkság övezetében is. A Széchenyi-hegy-Szabadság-hegy térségében pedig 2–3 felsőpannóniai abráziós szinten a hévforrások által táplált tavakban 2–3 édesvízi mészkőszint képződött feltehetően a Csákvárium–Sümegium során (Kretzoi M. – Pécsi M. 1979).

1. A felsőpannóniai alemelet alsó és felső részének geomorfológiai arculatát az abráziós felszíneken képződött kisebb-nagyobb tavakkal tarkított, mocsaras térszínnek lehet rekonstruálni, amelyből csak a János-hegy sasbérce emelkedett ki. Ennek oldalán maradtak meg a legmagasabb fekvésű hévforrás-lerakódások és forrásbarlangok. Ehhez kapcsolódnak a Budai-hegység legidősebb és legnagyobb kiterjedésű, 499–472 m, 472–445 m, 417–435 m magas, fedett, karsztvíz eredetű édesvízi mészkőtakarói.

Az édesvízi mészkőösszletek geomorfológiai helyzete, litológiája és rétegtani (a 499–472 m-es szint, tavi-mocsári, benne Csákváriumba tartozó *Hipparion* faunával, a 472–445 m-es és a 417–436 m-es szint már lejtős térszínen kialakult Sümegium faunát tartalmazó tetarátás szerkezet) értelmezése alapján úgy tűnik, hogy a János-hegy-Szabadság-hegy csoport a felsőpannóniai alemelet felső részén már pannóniai abráziós szinlőkkel tagolt térszín lehetett. Ezek a geomorfológiai szinteken a Csákváriumba, illetve a Sümegiumba tartozó édesvízi mészkövek képződtek (T XII, T XI, T X képződési fázisok). A kiemelkedés az édesvízi mészkőszintek alapján 60–80 m-re tehető (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1974a).

2. A felsőpannóniai alemelet alsó és középső szakaszát – Csákvárium–Sümegium – követően a Bértaltavárium szakaszban a félig száraz, majdnem félsivatagba hajló éghajlati viszonyok között a hegységkeret peremén hegyláb felszínek kialakulása ment végbe (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1974a, 1978, Kretzoi M. – Pécsi M. 1979).

Ezt követően a szemihumid meleg és mérsékelt humid klímaszakaszok során – Csarnótánium – a tektonikus mozgásokkal is összefüggő eróziós folyamatok



hatására a két geomorfológiai szinten is képződött (370–360 m, 275–290 m-es) hegylábfelszínek feldarabolódtak.

A felsőpleiocén erőteljes epirogén emelkedő mozgásai során a karsztvízszint 40–50 m-rel jelentősen süllyedt, a karsztos meleg források alacsonyabb szinteken fakadtak és így a magasabb s egyben idősebb hegylábfelszíneken újabb édesvízi mészkőtakarók képződtek a 360–370 és a 275 m-es tszf.-i magasságban. Ez utóbbiak a Budai-hegység legrégebbi völgyei (az Ős-Német-völgy és az Ördög-árok-völgy) kialakulásának kezdetét is rögzítik. Relatív korukra (Bérbaltavárium) rétegtani, morfológiai helyzetük alapján és a gerecsei analógiák alapján következtethetünk (T IX, T VIII édesvízi mészkőképződési fázisok).

A felsőpleiocén végén és a negyedidőszak elején (Csarnotánium, Villányium) a Pesti-síkságon már megjelent a Duna és hatalmas hordalékkúpot kezdett építeni (Pécsi M. 1959b, Kretzoi M. – Pécsi M. 1979). Ettől kezdve a Duna szintje vált a Budai-hegység lepusztulásának helyi erózióbázisává. A felsőpleiocén és az alsópleisztocén idején a hegység további szakaszos emelkedés hatására – ennek mértéke kb. 110–130 m lehetett a 370 és a 240 m-es édesvízi mészkőszintek különbsége alapján – a hegység területén a már előbb kialakult nagyobb völgyrendszerek (Német-völgy, Ördög-árok-völgy, Solymári-völgy, Dera-patak-völgy) erőteljes bevágódása és fejlődése indult meg, és az egész negyedidőszak alatt a legszámottevőbb domborzat-formálódást végezték. Az árkosan besüllyedt harmadidőszaki medencék laza üledékanyagába erősen bevágódtak, és 100–300 m vastag medence-üledéket szállítottak a közeli Dunába. Ez a folyamat elősegítette és meggyorsította a harmadkori üledékek által elfedett karsztfelszínek újabb részének az exhumálását és a mélyebb szinteken a forrásműködés megindulását.

A helyi geomorfológiai adottságtól függően különböző vastagságú édesvízi mészkőösszletek képződtek a hegység völgyeiben, amelyek az Ős-Duna legidősebb hordalékkúp-teraszai (VI–V. sz.) szintjeihez igazodtak. Ezek az édesvízi mészkőszintek a nagyobb völgyek mindenkor erózióbázisához igazodva keletkeztek. Az alsópleisztocén édesvízi mészkövek tszf.-i magassága mindegyik mellékvölgy esetében 240–180 m között jelentkezik, több szintet (240–230 m, 220–200 m, 180–170 m) és több képződési fázist képviselnek. Ezek az édesvízi mészkőösszletek is völgybevágódási szakaszok során a mindig mélyebben feltáruló karsztos kőzetek karsztos melegforrásaiból képződtek, és egyre fiatalabb édesvízi mészkőszinteket jelölnek.

A Budai-hegység peremén az alsópleisztocénbe sorolt édesvízi mészkőszintek geomorfológiai helyzetük alapján az alatt az idő alatt képződhettek, amíg a Duna legidősebb, VI. és V. hordalékkúp-teraszát építette a Pesti-síkságon. Ez idő alatt (Csarnotánium–Villányium) a Duna a Visegrádi-szorosban és a Gerecsében létrehozta a VII–VI. sz. teraszokat. A jelenlegi adatok birtokában a 240–230 m-es szinteket a T VII, a 220–210–195 m-es szinteket a T VI, T V édesvízi mészkőképződési fázisokba soroljuk.

A Budai-hegység K-i peremén, nagyjából É–D-i irányt követve igen elterjedtek a 180–170 m-es, a 150–160 m-es és a 120 m-es tszf.-i magasságon megjelenő édesvízi mészkőösszletek. Ezeket a szinteket szintén a Duna középsőpleisztocén (Biharium) és felsőpleisztocén teraszaihoz kapcsoljuk és egy-egy új édesvízi mészkőképződési fázist (T IV, T III, T II) képviselnek.



A legfiatalabb, a jelenkorban is képződő édesvízi mészköveket szintén közvetlenül a hegység K-i lábánál, a Duna első ármentes teraszain (II/a. sz.), 108–105 m-es tszf.-i magasságban találjuk (Római fürdő 108 m, Rudas fürdő 107 m, Csillag-hegyi strand 105 m; T I képződési fázis).

A fentiekből kitűnik, hogy a Budai-hegység édesvízi mészkőtakarói a felsőpannóniai alemelet alsó részétől (Csákvárium) kezdődően a jelenkorig bezárólag 12 jól elkülöníthető képződési fázisban alakultak ki. Ezek a pliocénben és a negyedidőszakban végbement tektonikus mozgások fázisait és mértékét is tükrözik. A mozgások mértékét az édesvízi mészkőösszletek geomorfológiai helyzete alapján a Sümegiumban és a Csákváriumban 70–80 m-re, a szárazulati pliocénben (Bérbaltavárium–Rusciniumban) 140–160 m-re, a pleisztocén folyamán 130–140 m-re és a holocénben kb. 8–10 m-re becsüljük.

Az édesvízi mészkövek szintjeinek vizsgálata alapján láthatjuk, hogy a Budai-hegység területén is több szakaszban jelentős kiemelkedések játszódtak le. A felsőpannóniai abrázíós színlőre települt 499 m-es (Csákvárium) és a Duna II/a. sz. teraszára települt 108 m-es (holocén) édesvízi mészkövek szintjei között, megközelítőleg 400 m viszonylagos magasságú statikus karsztvízszint áramlott ki a víztartó kőzetből.



## 9. A budai-hegységi édesvízi mészkövek kormeghatározása, geológiai–geomorfológiai, biosztratigráfiai és abszolút kronológiai ( $C^{14}$ , Th|U, ERS) tagolása

Mint azt a gerecse-hegységi édesvízi mészkövek kortani tagolásánál már láttuk, a különböző genetikájú geomorfológiai szintekre települő édesvízi mészkövek korát, a miocén utáni időskálában történő elhelyezését a fenti módszerek alapján jól ismerjük. Hasonló a helyzet a Budai-hegységben is. Az utóbbi évek terepvizsgálatai során nagy számú és geokronológiailag fontos faunát gyűjtöttünk be, amelyek a korábbi tagoláshoz képest új lehetőséget nyújtottak a geomorfológiai szintek és az édesvízi mészkövek kortani és fejlődéstörténeti értelmezésére.

A geomorfológiai szintek és az azokra települő édesvízi mészkövek kapcsolata alapján a Budai-hegységben kimutathatunk:

1. felsőpannóniai alemelet alsó részében képződött édesvízi mészkőszinteket; T XII, T XI (Csákvári vagy annál idősebb);
2. felsőpannóniai alemelet felső részében képződött édesvízi mészkőszinteket; T X (Sümegium),
3. a felsőpliocén hegylábi felszínekre települt édesvízi mészkőszinteket; T IX, T VIII (Bérbaltavárium, Rusciniumi, Csarnótai),
4. és a negyedidőszaki teraszokon képződött édesvízi mészkőszinteket; T VII – T I.

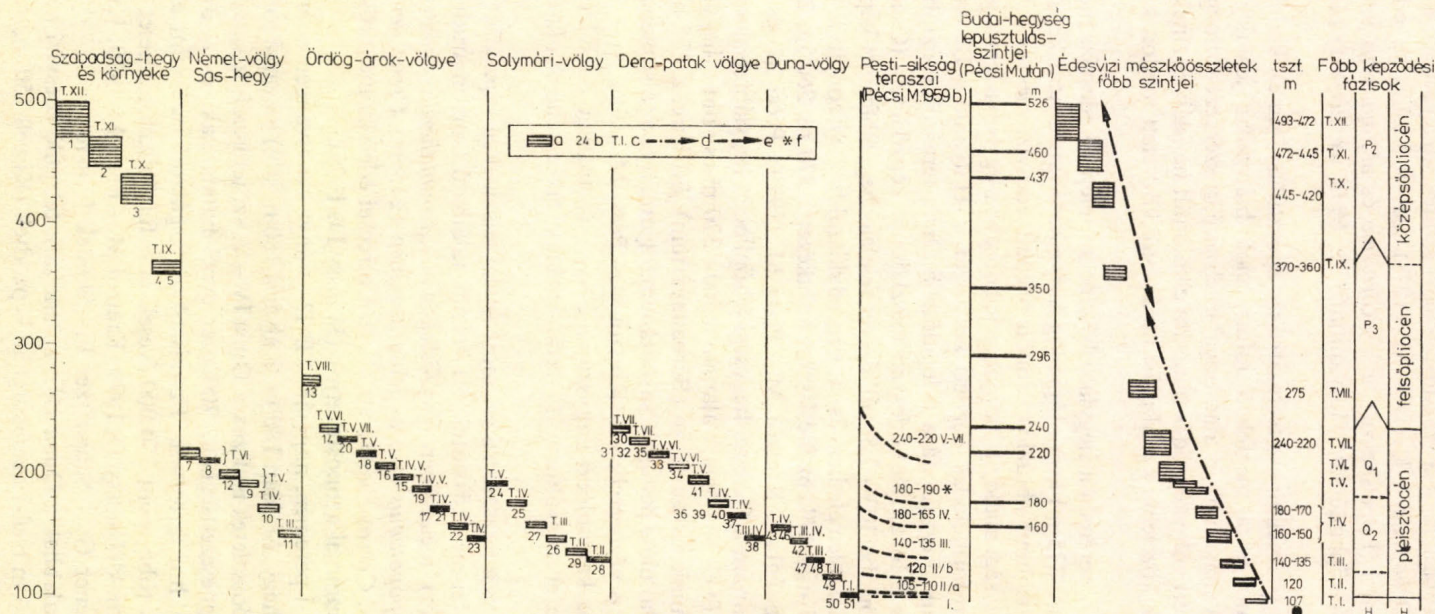
A Budai-hegység területén a legmagasabb édesvízi mészkőösszletek a Széchenyi–Szabadság-hegy Csákváriumi, Sümegiumi korú abrázíós szinlőre települnek, 420–500 m tszf.-i magasság között. Kortani besorolásuk az utóbbi évekig bizonytalan volt. Korát általánosan levanteinek, mások alsópleisztocénnek tartották (Szentiványi F. 1932; Schréter Z. 1953; Láng S. 1956).

A legújabb geomorfológiai és paleontológiai vizsgálatok alapján az eddig egységesnek tartott édesvízi mészkőösszletet 3 szintre tudtuk tagolni (Scheuer Gy. – Schweitzer F. 1974a).

1. A legidősebb édesvízi mészkőszint (472–499 m) geomorfológiai helyzete alapján feltehetően Eppelsheimiumi (alsópannon) abrázíós szinlőre települ. Belőle korjelző fauna eddig nem került elő. Az alacsonyabb szinten (472–445 m) képződött édesvízi mészkő feküjt – az ebből begyűjtött *Aceratherium incisivum* KAUP. sp. fauna alapján – Kretzoi M. (1978) az alsópannóniai időszakkal azonosította. Így a határozottan elkülönülő, eggyel magasabb, 472–500 m édesvízi mészkőszint korát vagy a Csákváriummal vagy annál idősebb alsópannóniai alemelet felső részével, a Rhenohassiummal kíséreljük azonosítani.

2. A Széchenyi-hegyen a szintén abrázíós szinlőre települt 420 m-es édesvízi mészkőszintből Kretzoi M. (1978) által meghatározott fauna-együttes Sümegium korú. Ez az édesvízi mészkőszint két határozottan elkülönülő szinttel, s mintegy





40. ábra. A Budai-hegység völgyeihez kapcsolódó édesvízi mészkőösszletek szintjei és főbb képződési fázisai. a = az édesvízi mészkőösszletek szintjei; b = előfordulások helyei; c = T.I. – T.VIII/a-ig = az édesvízi mészkőösszletek főbb képződési fázisai. A T.V. képződési fázis tszf.-i magassága 194–210 m, a T.VI. képződési fázisé 210–220 m; d = A kialakult völgyrendszerek hatására, valamint a Budai-hg. K-i peremén megjelenő Duna-völgyhöz kapcsolódó édesvízi mészkőszintek; e = János-hegy-Szabadság-hegy szakaszos, főleg emelkedő tendenciájú szerkezeti mozgásai és az ehhez kapcsolódó völgykialakulás hatására képződött édesvízi mészkőszintek; f = a IV. és V. sz. hordalékkúp-terasz között, Csömör és Cinkota, ill. a Rákospatak és a Palotai-patak között egy 15–20 m-es közbeiktatódott szint jelentkezik



80 m-rel van alacsonyabban, mint a szabadság-hegyi szintek fajegyüttese: a *Parapodemus*, *Gerbillida*, *Ochotonidák* Kretzoi M. (1978) szerint kizárja az édesvízi mészkövek alsópannóniai (Eppelsheimi), a kis *Giraffida* és a *Tapiriscus* jelenléte viszont a magasabb felsőpannóniai (Hatvaniumi, ill. *Unio wetzleri*) korát (40. ábra).

3. A felsőpliocén hegyláb felszínek, teresztrikus lepusztulási szintek kialakulási korának pontosabb utalására megfelelő információk hiányában jelenleg csak kevés lehetőség van. A magasabb és alacsonyabb felszínű, a szerkezeti mozgásokkal is összefüggő kezdeti völgyképződés hatására elkülönült hegyláb felszínek mint geomorfológiai szintek közelebbi kialakulási korát csak közvetett módon közelíthetjük meg.

A Budai-hegység K-i peremén a hegylábi felszínekre települő édesvízi mészkőszintekből (370–360 m, 275 m) kronológiaiag értékelhető fauna nem került elő.

A legfiatalabb (Sümegium) abráziós színlőn települt édesvízi mészkőszinthez, valamint a Gerecse-hegységi analógia alapján, a legidősebb s egyben a legmagasabb térszínű hegyláb felszín-formálódás kezdeti szakaszát a Hatvanium–Bérbaltaváriummal azonosíthatjuk. Formálódása a legidősebb Duna-teraszok erózióbázisához igazodó 240 m-es (Monalovác) édesvízi mészkőszint képződéséig (Csarnotánium) tarthatott. A körülbelül 3–3,5 millió évet felölelő hegyláb felszín-képződés során a felsőpannóniai alemelethez és a negyedidőszakhoz viszonyítva kevés, mintegy 3–4 édesvízi mészkőképződési szint keletkezett: 370 m, 360 m, 275 m, 240 m-es tszf.-i magasságban. Kretzoi M. – Pécsi M. (1979), Pécsi M. és mtsai (1982) vizsgálatai, valamint a Gerecse-hegységi felsőpliocén hegyláb felszínén képződött édesvízi mészkövek analógiája alapján a 360–370 m-es szint a hegyláb felszínek fő formálódásának időszakában (Bérbaltavárium) jött létre, a 275 m-es és a 240 m-es szintek kialakulása pedig a Csarnotánium folyamán és az alsópleisztocén (Beremendium) során is végbemehetett (Kretzoi M. – Pécsi M. 1979).

A negyedidőszakhoz kapcsolódó nagyszámú és nagy vastagságú édesvízi mészkövek a fizikai környezet megváltozását, szedimentációs ciklusváltozásokat jeleznek.

A teraszfelszíneken és a teraszszerű geomorfológiai felszíneken képződött 220–210 és 193 m-es édesvízi mészkőszinteket a bennük található fauna maradványok – ürömhelyi (195 m) mészkőben *Archidiskodon „trogontherii cromerensis”*, *Mimomys savini*, *Hippopotamus* sp., a gellérthezyiben (215 m) *Ursus deningeri*, *Bos taurus primigenius*, *Cervus elaphus* sp. – és a gerecsei édesvízi mészkőszintek alapján az alsó Bihariummal azonosíthatjuk (Jánossy D. 1979).

A Budai-hegység K-i peremén, nagyjából É–D-i irányt követve igen elterjedtek a 180–170 m-es (Várhegy, Majdán 180 m, Kálvária 180 m stb.) magasságon megjelenő édesvízi mészkőösszletek is. Ezek a Duna IV–V. sz. teraszaihoz igazodnak, és normális paleomágnesezettségűek, 700 ezer évnél fiatalabbak, és a Brunhes paleomágnese korszakhoz tartoznak. Faunisztikai vizsgálatok, valamint a Th/U vizsgálatok alapján is több, mint 350 000 évesek és a felsőbihari alemelet tarkői szakaszához tartozhatnak (Jánossy D. 1979; Kretzoi M. – Pécsi M. 1979; Krolopp E. – Jánossy D. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. – Skoflek I. 1976).

Ez utóbbiaknál fiatalabbak a Duna III. sz. teraszára települő édesvízi mészkövek, amelyek 150–160 m tszf.-i magasságban képződtek (Kiscell 150 m, Apostol



u. 150 m, Farkastorki út 150 m stb.). A Th/U vizsgálatok alapján 175 000 évesnek datált (Kiscell) édesvízi mészkő a riss I. (Drenthe) teraszon települt. Feltehetően a riss I. és a riss II. (Warthe) közötti meleg szakasz egy részében képződhetett. Ez a kor jól megegyezik a gercse-hegységi III. sz. teraszra települt édesvízi mészkő 190 000 éves korával.

A 140 m-es édesvízi mészkőszint a Budavári Palota szelvényében 160 000 + 38 – 27 Th/U korúnak bizonyult. Abszolút korára nézve az édesvízi mészkő az utolsó interglaciálisnál idősebb. A legalacsonyabb sorozatok a Duna II/b., II/a. sz. teraszaira települnek.

A második ármentes teraszon (II/b. sz.) települő édesvízi mészkövek kora a Bécsi úti 120 m tszf.-i magasságban képződött mészkő Th/U vizsgálata alapján 70 000 éves.

A Duna első ármentes teraszára (II/a. sz.) települő édesvízi mészkövek 105 – 108 m tszf.-i magasságban helyezkednek el (Csillaghegy, Római fürdő). A rajtuk települő édesvízi mészkövek a Pesti-síkságon levő II/a. sz. teraszt fedő futóhomok-összletet osztó fosszilis talaj C<sup>14</sup>-es vizsgálata alapján (Hv. 9 500) óholocén korúak. A Budai-hegység területén természetesen még nem ismerjük valamennyi édesvízi mészkőszint közelebbi rétegtani helyzetét.

A fentiek alapján láthatjuk, hogy a legmagasabb sorozatok közül (T XII – T X) valamennyi abráziós teraszra települ. Koruk kielégítően datálható.

A magasabb édesvízi mészkőszintek esetében (T IX – T VII) konkrét adatok még nincsenek. Geokronológiai helyzetüket egyelőre csak a gercsei analógiák alapján tudtuk értékelni.

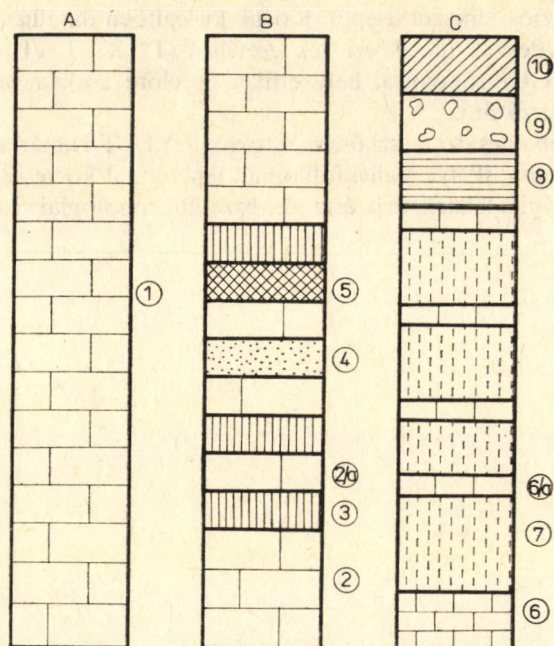
Az alacsonyabb édesvízi mészkősorozatokat (T VI – T I) már megnyugtató módon sikerült a Duna, illetve mellékfolyóinak teraszaival korrelálni és datálni egyrészt a paleontológiai leletek, másrészt az abszolút kronológiai vizsgálatok alapján.



# 10. A Gerecse- és a Budai-hegység édesvízi mészköösszletei ipari hasznosításának lehetőségei, különös tekintettel a díszítőkö kutatás lehetőségeire

A hazai építőiparnak egyik közkedvelt építőanyaga az édesvízi mészkö. Építőanyagként már a rómaiak is intenzíven bányászták és hasznosították különféle célokra. Még ma is több római kori bánya ismeretes, amelyeket javaslatunkra részben természetvédelmi területté és szabadtéri múzeummá alakítottak ki (Almás-neszmély).

Hazánkban az utóbbi évtizedekben bekövetkezett gyors és dinamikus városfejlesztések és ezért az építőipari nyersanyagok iránti fokozott igény indokolta és tette szükségessé a rendelkezésre álló készletek számbavételét és felmérését annak



41. ábra. A hazai édesvízi mészköösszletek általánosított kifejlődés típusai építőipari szempontból. A = tömör, építőipari szempontból legkedvezőbb kifejlődésű mészköösszlet; B = iparilag még felhasználható, közbetelepüléses, nem egynemű édesvízi mészköösszlet; C = ipari szempontból alkalmatlan édesvízi mészköösszlet; 1 = tömör édesvízi mészkö; 2 = pados édesvízi mészkö; 2/a = lemezesen rétegzett édesvízi mészkö; 3 = lösz; 4 = homok; 5 = foszsilis talaj; 6 = mészszip, laza mészkö; 6/a = kemény édesvízi mészköpad; 7 = löszös üledékek; 8 = mocsári talaj; 9 = mészkőtörmelék; 10 = recens talaj



érdekében, hogy megfelelő gazdaságossággal és hatékonysággal valósuljon meg kitermelésük és hasznosításuk. Ezért tudományos feldolgozásukon túlmenően indokolt és célszerű mennyiségi számbavételük, valamint minőségi adottságaik tisztázása.

### 10.1. Az édesvízi mészkövek osztályozása építőipari szempontból

Az édesvízi mészkőösszletek mészkőrétegeinek kifejlődése, a közbetelepülő laza üledékek és egyéb periglaciális jelenségek alapján Magyarországon három édesvízi mészkőösszlet kifejlődést lehet megkülönböztetni (41. ábra).

Miután nagyfokú változékonyság állapítható meg a kőzetfésüléséknél, szükséges volt különböző szempontok alapján tipizálni és osztályozni, elősegítve ezzel egy-egy előfordulás értékelését és felhasználásának mérlegelését.

Az osztályozásnál az alábbi fő szempontokat vettük figyelembe:

1. földtani kifejlődés
2. kőzetelőfordulás minősége és mennyisége,
3. a meddő kőzetek vastagsága és jellege,
4. bányanyitási és szállítási viszonyok.

#### 1. Kőzetösszlet földtani kifejlődése szerinti osztályozás

##### 1/1 A kőzet lehet

a) tömeges rétegzetlen

b) rétegzett

a rétegzettség lehet:

vastagpados (1,5 – 3,0 m)

vékonypados (0,4 – 1,5 m)

vékonyrétegzett

lemezes

vegyes

##### 1/2 A rétegzettség adottságok lehetnek

egyenes vagy szabályos

hullámos

kiékelődő

kivastagodó

lencsés

fészkes

zavart

összetett

##### 1/3 A rétegek dőlése lehet

vízszintes

függőleges (változó)

homorú

domború

##### 1/4 Az összlet lehet

egynemű

közbetelepüléses

szeszélyesen változó



## 2. A kőzet minősége és mennyisége szerinti osztályozás

### 2/1 Hézagosság szerint

tömör  
karsztjáratos  
hézagos  
likacsos

### 2/2 A kőzet minősége lehet

ép, üde  
töredezett  
mállott

### 2/3 A kőzet kötöttsége szerint

kötés nélküli  
lazán cementált, összeálló  
cementált  
szakaszosan cementált

### 2/4 Szilárdság szerint

szilárd  
nagy szilárdságú  
rétegenként változó szilárdságú  
szilárd, de réteglapok mentén elváló  
szilárd, de töredezett

### 2/5 Az előfordulás nagysága lehet

kicsi (0,1 ha >)  
közepes (0,5 ha-ig)  
nagy (1 ha felett)  
hatalmas (1 km<sup>2</sup>-nél nagyobb)

### 2/6 Az előfordulás vastagsága

vékony (3 m-ig)  
közepes (3 – 10 m között)  
vastag (10 m felett)

## 3. A meddő kőzetek vastagsága és jellege szerinti osztályozás

### 3/1 A kőzetet fedő meddő vastagsága lehet

meddő nincs  
kiszilárdosított (2 m-ig)  
közepes vastagságú (5 m-ig)  
nagy vastagságú (5 m felett)

### 3/2 A kifejlődésből keletkező belső meddő mennyisége lehet

kevés  
termelést még nem befolyásoló  
sok (50% körül)  
belső meddő miatt termelésbe nem állítható

### 3/3 A belső meddő lehet

azonos kőzetanyagú  
eltérő kőzetanyagú  
vegyes

### 3/4 A belső meddő keletkezhet

a kőzet szakaszosan töredezett  
vegyes kifejlődésű  
szakaszos műrevalóságból

## 4. Bányányitási és szállítási adottságok szerinti osztályozás

### 4/1 Az előfordulás tulajdonviszonyai szerint

állami terület      bányászati  
szövetkezeti      mezőgazdasági  
magán  
vegyes

### 4/2 Az előfordulás felett lehet

erdő  
mezőgazdasági művelés  
parlag  
helyenként beépített  
beépített

### 4/3 Táj- és környezetvédelmi szempont

nem védett terület  
természetvédelmi terület  
távlatilag tervezett táj- és természet-  
védelmi terület



4/4 Szállítási távolság szerint  
kedvező (5 km-ig)  
még elviselhető (10 km-ig)  
kedvezőtlen (10 km felett)

4/5 A meglevő úthálózathoz való kapcsolat szerint  
melevő közút mellett  
kisebb bekötőút szükséges (200 m)  
hosszabb bekötőút építése szükséges

A fenti csoportosításokból látható, hogy az édesvízi mészkövek építőipari felhasználását e közet nagyfokú változékonysága igen megnehezíti.

A szokványos földtani vizsgálatokon túlmenően sokkal részletesebb feltérási, kutatási és laboratóriumi munkálatokat igényel mennyiségi és minőségi számbavétele. Az előzetes kutatások egyértelműen bebizonyították, hogy a *tavi-mocsári típusú* édesvízi mészkövek a legalkalmasabbak építőköveknek. Ezek tömörek, kemények, egységesen nagyobb területen fordulnak elő, így rendszerint a legnagyobb készletekkel rendelkeznek. A *lejtői típusúak* egyenetlen kifejlődésűek, minőségük nem felel meg az előírásoknak, esetleges bányászatuk során 60–70%-os belső meddő keletkezik. Ezért felhasználásuk nagyüzemi hasznosítás szempontjából nem vehető figyelembe. Kisebb helyi családi házas építkezésekhez azonban felhasználhatók.

A feltárt készletek egy részének hasznosítása, bár mennyiségileg és minőségileg megfelelők volnának, kitermelés szempontjából azért nem vehető figyelembe, mert a dinamikus urbanizáció ezeket elérte – ráépültek vagy városképi, táj- és természetvédelmi vonatkozások miatt mellőzni kellett. Példaként megemlítjük, hogy a Budai-hegység területén kataszterezett édesvízi mészkövek jelentős része ezen indokok alapján nem vehető figyelembe. Az 52 db előfordulásból összességében csak egy olyan előfordulás van, amely földtani és műszaki szempontokon túlmenően tájvédelmi előírásoknak is megfelelő, ezért bányanyitásra a feltételek adottak. E körülmények arra hívják fel a figyelmet, hogy ennek a veszélye fokozódni fog a nagyszámú építkezés miatt, így értékes nyersanyagok kerülnek ki a hasznosíthatóság alól, vagy későbbi felhasználásukat jelentősen megdrágítja. Ezért távlatilag indokolt e nyersanyagelőfordulásokat megvédeni a más irányú igénybevétel elől.

## 10.2. Prognosztikus készletek meghatározása az édesvízi mészkőtömbök területén

### *A prognosztikus vagyonbecslés menete*

Becsléseink előtt a következőket tisztáztuk:

(1) Az előfordulás földrajzi fekvését, (2) a vizsgált terület nagyságát és határait, (3) a terület földtanát, rétegtanát, tektonikáját, méreteit, genezisést, a fedő és fekvő jellegét, közettani sajátosságait, (4) a nyersanyag általános minőségi és technológiai jellemzését, (5) készletbecslést, a használt ipari követelmények megindoklását, a becsült előfordulás méreteit, a minőségi és technológiai követelmények ismertetését, a becslés számszerű részét, (6) a munka értékelését, gazdasági perspektívák szempontjából, javaslatot a további kutatás irányára.



### A számítás menete

A prognosztikus térkép-vázlat alapján geomorfológiai és tektonikai egységekként megállapított édesvízi mészkőtömbök területeinek meghatározását 1 : 10 000-es méretarányú térkép segítségével végeztük el.

Az édesvízi mészkőterület kiterjedésére, mivel a tömböket nem egységes geometriai vonalak határolták, mm-háló segítségével való területmérést alkalmaztunk. Először a tömbön belül eső teljes mm<sup>2</sup>-eket, majd a csonka mm<sup>2</sup>-ek számát határoztuk meg. Ezután a reménybeli vagyontérkép méretarányának a figyelembevételével megállapítottuk, hogy egy mm<sup>2</sup>-nek a valóságban hány m<sup>2</sup> felel meg, s ezzel megszorozva a megszámlált és becsléssel megállapított mm<sup>2</sup>-ek számát, eredményként a térképi tömb területének m<sup>2</sup>-ben kifejezett értékét kaptuk. A nagyobb tömböknél grafikusan és planiméterrel egyaránt megállapítottuk a terület nagyságát, a két meghatározás értéke nem mutatott nagy eltérést (5% alatti), ezért a mérések középértékét vettük a becslés horizontális kiterjedésénél figyelembe.

### 7. TÁBLÁZAT

*A budai-hegységi édesvízi mészkőösszletek reménybeli készlete (Scheuer Gy.)*

Tömb megnevezése	Kataszteri szám	Terület nagysága (m <sup>2</sup> )	Rétegek átlagvastagsága (m)	Térfogatsúly t/m <sup>3</sup>	Reménybeli készletek	
					(m <sup>3</sup> )	millió t-ban
Arany-hegy	25	122 900	5	2,4618	614 500	1,513
Farkastorok	44	26 300	3	2,4618	78 900	0,194
Farkastoroki lejtő	45	20 200	5	2,4618	101 000	0,248
Harapovács	30	493 200	15	2,4618	7 398 000	18,212
Monalovác-hegy	31	14 700	10	2,4618	147 000	0,362
Pusztá-hegy	32	12 600	5	2,4618	63 000	0,155
Pusztá-hegy	32/1	15 400	5	2,4618	77 000	0,189
Kálvária-tető	33	173 100	15	2,4618	2 596 500	6,392
Ezüst-hegy	34	217 800	15	2,4618	3 267 000	8,043
Felső-hegy	35	86 600	4	2,4618	346 400	0,853
Péter-hegy	41	28 000	4	2,4618	112 000	0,276
Üröm-hegy	24	319 600	10	2,4618	3 196 000	7,868
Gellért-hegy						
Jubileumi park	7	46 700	2	2,4618	93 400	0,229
Csillagvizsgáló						
	2–3	2 126 000	15	2,4618	31 890 000	78,507
Széchenyi-hegy	4	406 300	15	2,4618	6 124 500	15,077
Széchenyi-hegy	4/1	56 200	15	2,4618	843 000	2,075
Hűvösvölgy, Nyéki u.	14	184 100	10	2,4618	1 841 000	4,532
Kondor út	15	14 700	5	2,4618	73 500	0,181
Kiscell	43	219 500	10	2,4618	2 195 000	5,403
Törökvérsi út	16	3 500	5	2,4618	17 500	0,043
Vérhalom	18	17 600	3	2,4618	52 800	0,129
Lepke u.	17	20 600	2	2,4618	41 200	0,101
Várhegy	22	358 500	10	2,4618	3 585 000	8,825



# 8. TÁBLÁZAT

A Keleti- és a Központi-Gerecse édesvízi mészkőösszleteinek reménybeli készlete (Schweitzer F.)

Tömbök		Kiterjedés m²-ben	Térfogat- súly t/m³-ben	Átlag- vastag- ság m-ben	Kate- gória	Reménybeli készletek	
						m³-ben	t-ban
14. tömb. Alsóvadács		129 000	2,4618	10	D <sub>1</sub>	1 290 000	3 175 722
15. tömb. Margittető		19 500	2,4618	10	D <sub>1</sub>	195 000	480 051
18. tömb. Gyűrűspuszta		149 700	2,4618	15	D <sub>1</sub>	2 245 500	5 527 971,90
18/a. tömb. Gyűrűs-hegy	a.	1 800	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	27 000	66 568
11. tömb. Öreg-hegy (Lábatlan)		58 900	2,4618	6	D <sub>1</sub>	353 400	970 000,12
11/a. Öreg-hegyek É-i rész		11 000	2,4618	6	D <sub>1</sub>	66 000	162 478,80
12. tömb. Réz-hegy		25 400	2,4618	8	D <sub>1</sub>	203 200	500 237,76
3. tömb. Tokod, Kiskő		19 600	2,4618	10	D <sub>1</sub>	196 000	482 512,80
4. tömb		17 500	2,4618	10	D <sub>1</sub>	175 000	430 815
Tokod, Hegyeskő	a.	3 100	2,4618	10	D <sub>2-3</sub>	31 000	76 315,80
	b.	7 000	2,4618	10		70 000	172 326
	c.	3 200	2,4618	10		32 000	78 777,60
	d.	4 500	2,4618	10		45 000	110 781
	e.	3 700	2,4618	10		37 000	91 086,60
1. Muzsla-hegy		93 200	2,4618	15	D <sub>1</sub>	1 398 000	3 441 596,40
a.		6 700	2,4618	15	D <sub>1</sub>	100 500	247 700,10
b.	1.	700	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	10 500	25 848,90
	2.	600	2,4618	15		9 000	22 156,20
	3.	800	2,4618	15		12 000	29 541,60
	4.	1 000	2,4618	15		15 000	36 927
c.	1.	1 100	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	16 500	40 619,70
	2.	1 200	2,4618	15		18 000	44 312,40
	3.	500	2,4618	15		7 500	18 463,50
	4.	1 200	2,4618	15		18 000	44 312,40
d.	1.	900	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	13 500	33 234,30
	2.	900	2,4618	15		13 500	33 234,30
	3.	700	2,4618	15		10 500	25 848,90
	4.	1 000	2,4618	15		15 000	36 927,60
	5.	800	2,4618	15		12 000	29 541,60



8. táblázat folytatása

Tömbök		Kiterjedés m <sup>2</sup> -ben	Térfogat- súly t/m <sup>3</sup> -ben	Átlag vastag- ság m-ben	Kate- gória	Reménybeli részletek	
						m <sup>2</sup> -ben	t-ban
e.	1.	1 100	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	16 500	40 619,70
	2.	1 600	2,4618	15		24 000	59 083,20
	3.	1 200	2,4618	15		18 000	44 312,40
	4.	800	2,4618	15		12 000	29 541,20
f.	1.	2 700	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	40 500	99 708,90
	2.	2 000	2,4618	15		30 000	73 854
	3.	1 400	2,4618	15		21 000	51 697
	4.	500	2,4618	15		7 500	18 463,50
	5.	5 600	2,4618	15		84 000	206 791,20
6. Szentkút		3 900	2,4618	15	D <sub>3</sub>	58 500	144 015,30
2. tömb. Kő-hegy (Mogyorósbánya)		210 200	2,4618	15	D <sub>1</sub>	3 153 000	7 762 055,40
	a.	600	2,4618	15	D <sub>2-3</sub>	9 000	22 156,20
	b.	1 200	2,4618	15		18 000	44 312,40
	c.	1 100	2,4618	15		16 500	40 619,70
	d.	1 100	2,4618	15		16 500	40 619,70
	e.	2 000	2,4618	15		30 000	73 854
	f.	7 900	2,4618	15		118 500	291 723,30
	g.	1 700	2,4618	15		25 500	62 775,90
	h.	700	2,4618	15		10 500	25 848,90
	i.	1 000	2,4618	15		15 000	36 927

A vertikális kiterjedés megállapítására az egy tömbre eső feltárásokban, az édesvízi mészkővastagságainak átlagát vettük a számítás alapjául.

A Budai- és a Gerecse-hegység édesvízi mészkőösszleteinek földtani készlete c. táblázatokban a tömb megjelölést alkalmaztuk, amely megegyezik a kataszteri számmal. Egy-egy nagyobb tömbön kívül kisebb-nagyobb kiterjedésű, olykor 8–12 m vastag kifejlődésű édesvízi mészkőösszletek is előfordulnak. Mivel e kisebb tömbök reménybeli készlet szempontjából nem jelentősek, a teljesség kedvéért ezeket az előfordulásokat is jelöltük, mégpedig a., b., c. stb., illetve e kategórián belül további 1., 2., 3. stb. jelöléssel.

*A készletek ismertségi fokának (kategorizálásának) ismertetése*

A készletszámítási területeken – B.1–53 és G.1–40 kataszteri számú előfordulások\* – a fúrásadatok hiányában és az előfordulások erős lefedettsége miatt csak egy kategóriát alkalmaztunk.

\* A budai-hegységi édesvízi mészköveket B, a gerecse-hegységiakat G jelzéssel láttuk el.



„D” ismertségi fokúnak tekintettük azokat a területrészeket, ahol a korábbi évtizedekben a helyi művelés miatt bányafal vagy nagyobb természetes feltárás ad alapot a hozzávetőleges készletbecslésre.

## 9. TÁBLÁZAT

*A Nyugati-Gerecse édesvízi mészkőösszleteinek reménybeli készlete (Schweitzer F.)*

Tömbök	Kiterjedés m <sup>2</sup> -ben	Átlag- vastagság m-ben	Reménybeli készletek	Térfogat- súly t/m <sup>3</sup> -ben	Készletek	Kate- gória
			millió m <sup>3</sup> -ben		millió t-ban	
Rigó-völgy (törmelék)	—	—	—	—	—	—
24. Fekete-hegy	24 000	2,5	0,6	2,4618	1,47	D <sub>1</sub>
Sipsó-völgy (törmelék)	—	—	—	—	—	—
Iván-völgy (törmelék)	—	—	—	—	—	—
27. Öreg-hegy	833 600	25	20,84	2,4618	51,30	D <sub>1</sub>
Új-hegy	a. 123 100	10	1,23	2,4618	3,03	D <sub>1</sub>
28. Meleges-hegy	43 300	5	0,216	2,4618	0,533	D <sub>1</sub>
29. Magas-kő	103.500	25	2,58	2,4618	6,369	D <sub>1</sub>
30. Kőpíte	113 800	25	2,84	2,4618	7,00	D <sub>1</sub>
	a. 1 006 600	20	20,13	2,4618	49,56	D <sub>1</sub>
32. Almásneszmély, Nagy-hegy	b. 105 400	3	0,316	2,4618	0,778	D <sub>1</sub>
	c. 2 600	1	0,002	2,4618	0,006	D <sub>1</sub>
	d. 6 600	1	0,007	2,4618	0,016	D <sub>1</sub>
33. Csúcsos-hegy	19 600	1,5	0,029	2,4618	0,072	D <sub>1</sub>
35. Les-hegy	151 600	15	2,274	2,4618	5,598	D <sub>1</sub>
	a. 71 500	5	0,375	2,4618	0,880	D <sub>1</sub>
36. Kender-h. tömb	1 820	1,5	0,003	2,4618	0,007	D <sub>1</sub>
37. Mária Magdolna-major	2 100	1,5	0,003	2,4618	0,008	D <sub>1</sub>
38. Baj	2 100	3	0,006	2,4618	0,015	D <sub>1</sub>
39. Vértesszőlős	13 050	5	0,065	2,4618	0,160	D <sub>1</sub>
	a. 1 010	2	0,002	2,4618	0,005	D <sub>1</sub>
40. Tata	507 500	3	1,522	2,4618	3,748	D <sub>1</sub>
	a. 29 375	2,5	0,073	2,4618	0,180	D <sub>1</sub>
	b. 171 875	2	0,344	2,4618	0,846	D <sub>1</sub>
	c. 86 430	2	0,173	2,4618	0,426	D <sub>1</sub>



*Az egyes előfordulások telepeinek átlagminősége*

A készletszámításban szereplő vastagságok főként az egyes előfordulások természetes vagy mesterséges szelvényeiből adódtak. Az előfordulások (tömbök) – mivel fúrásokkal nem lehetett konkrétan lehatárolni – átlagminőségének megállapítására klasszikus módon nem volt lehetőség az édesvízi mészkövek közismerten tömbös, lencsés települése miatt. Emiatt a készletszámításnál kimaradt a „műre való” és a „nem műre való” földtani készletek meghatározása. Azonban az édesvízi mészkövek genetikai típusai alapján – tavi, mocsári, lejtői vagy tetarátás, vegyes típus és forráskúpok – általában díszítőké célra hasznosíthatók (7., 8., 9. táblázat).



## 11. Problémák és vitás kérdések

1. A teresztrikus kavicsok (terasz, ill. hordalékkúp kavics, hegylábfelszíni kavics) és a tengeri abrázios és delta kavicsok egymástól való megnyugtató elkülönítése gyakran nem könnyen végezhető el a rétegek rossz feltártsága miatt. Felszínen vagy lejtőn elszórt kavicsfoltok alapján a tengeri vagy delta képződményt és a folyami hordalékot nem lehet felismerni. Az ásványtani vizsgálatok sem adnak döntő ismerveket minden esetben a teresztrikus, illetve a delta üledékek egymástól való elkülönítéséhez.

2. A domborzatfejlődés rekonstruálásában a további nehézséget pedig gyakran az okozza, hogy a laza üledékes kőzetek — homok és kavics teraszok — a magasabb geomorfológiai szintekről, különösen a keskenyebb völgyi teraszokról relatíve gyorsan lepusztulnak. Erre jó példa a Győr–Tata közötti alsópleisztocén hordalékkúp feldarabolódása, csaknem teljes elpusztulása Bábolna és Tata között.

3. Nem minden esetben egyértelmű a 20–40 m vastag édesvízi mészkőösszlettel fedett geomorfológiai szintek felszínfejlődéstörténeti értelmezése sem. Korábban az édesvízi mészkő képződésének azt a típusát, modelljét tartották általánosnak, amely az erózióbázis szintjén — árterén, alacsony teraszon, völgytalp peremen — fakadó források környezetében jött létre. Ezek szerepét úgy értékeltük, hogy a lepusztító erőknél jobban ellenálló édesvízi mészkövek hosszú időn át megőrizték azokat a teraszokat, szinteket, amelyekre települtek, még akkor is, ha e szintek maradványai jelentősen környezetük fölé emelkedtek. Tulajdonképpen ezt a modellt alkalmaztuk a Duna teraszain előforduló édesvízi mészkőösszletek túlnyomó részének esetében. Azonban ennek a modellnek az értelmezése nehézségekbe ütközik az olyan geomorfológiai szintek esetében, amelyeket 30–40 m vastag édesvízi mészkő borít. Ezt a „tetarátágatas” édesvízi mészkőképződéssel magyarázzuk, de valószínűsíthető, hogy a későbbi vizsgálatok és feltárási eredmények e modellt tovább finomíthatják.

4. A forrásvizek által közvetlenül vagy közvetve létrehozott karbonátos kőzetfélésekre vonatkozóan egységes nevezéktan még nem alakult ki. Egyik legismertebb elnevezés az édesvízi mészkövön túlmenően a *mésztufa*, amely az irodalmi adatok szerint a laza, morzsolható, likacsos, porózus, könnyű mészkőfélésegre vonatkozik. Gyakori elnevezés még a *travertinó*, amelyet a kemény, tömött mészkövek esetében használnak. Ismeretes még *forrásmészkő*, *darázkő*, *likacső* megjelölés is.

Vizsgálva az egyes megnevezéseket, a következők állapíthatók meg: A gercese és a budai-hegységi előfordulásokat áttekintve nevezéktani szempontból egyaránt megtalálható laza, porózus *mésztufák* és kemény, tömött kifejlődésű *travertinók*



genetikailag azonos képződmények. A mésztufa inkább a kőzetmegjelenés formáira utal mint a genetikájára. A travertinó ezzel szemben a kifejlődésen túlmenően a kőzet genetikáját is magában foglalja, tehát megfelelőbb megnevezés.

Az édesvízi mészkő pedig túl általános, mert lényegében nem utal a keletkezési körülményekre, pedig mint ezt már az előzőekben rögzítettük, nagyon sokféle genetikájú édesvízi mészkő ismeretes, továbbá az előfordulások többségét magas ásványi sótartalmú források rakták le, amelyek vizei már nem is tekinthetők édesvíznek. Talán nem tévedünk nagyot, ha a források által lerakott mészkővekre a hazánkban legelterjedtebb édesvízi mészkő megnevezés helyett a travertinó használatát javasoljuk, mert ez utal arra, hogy mészkő vagy karbonátos üledékek, és a kivált kalcium-karbonát származásilag közvetve vagy közvetlenül a forrásokhoz kapcsolódik.

5. Az egykori édesvízi mészkövet lerakó források vízkémiai adottságaira vonatkozóan még további megfigyelések szükségesek, mert a vizsgálatok szerint a mészkiválás erőssége egyes esetekben jelentősen felerősödik, máskor pedig csökken. Ez természetesen összefügg a környezet geomorfológiai, fizikai adottságaival és az éghajlati tényezőkkel, de ezeken túlmenően valószínűsíthető, hogy a források kalcium-hidrogénkarbonátban gazdagabbak lehetnek, mint a maiak, így a mészkiválási hajlam is nagyobb lehetett, és ekkor intenzív mészfelhalmozódás történhetett.

6. Problematikus még az 5. ponthoz kapcsolódva az édesvízi mészkő képződésének és felhalmozódásának időbeli gyorsasága. Jelenlegi ismereteink szerint még nem tudunk választ adni arra a kérdésre, hogy egy-egy 20–40 m vastagságú összlet milyen időtartamot fog át, illetve mennyi idő alatt képződött. A recens előfordulásoknál történt mérések szerint egy-egy előforduláson belül a felhalmozódás sebessége helyileg is nagyon eltérő. Van ahol csak 1–2 mm az egy év alatt képződött réteg vastagsága, de van ahol meghaladja a 2 m-t (kettő métert), sőt vannak helyek, ahol ugyanakkor nincs mészkőképződés. Valószínűleg a vizsgált gerecse- és budai-hegységi előfordulásoknál hasonló, szeszélyes lerakódási viszonyok lehetnek. Ez a kérdés igen bonyolult és még további igen részletes vizsgálatokat igényel.

7. Indokolt és célszerű a különböző típusú édesvízi mészkőösszletekre jellemző kifejlődésformák további vizsgálata, mert annak segítségével még finomíthatók lennének a már felismert és leírt alakulati formák, valamint ezek képződésének okai. Ehhez kapcsolódva felismerhetők lennének azok a különböző üledékképzők, amelyek az egymás mellett vagy egymás felett mutatkozó rétegzettségi és kifejlődésbeli eltéréseket okozzák.



- AJTAI Z. (1962): *Bányavizek elleni védekezés*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 543 pp.
- ALFÖLDI L. (1965): Budapest hévízkutatói kérdései. *Vízügyi Közlemények*, 7, pp. 42–54.
- ALFÖLDI L. (1973): A budapesti hévizek és a Gerecse-aljai barnaszénbányászat vízföldtani kapcsolatának kérdései. *Bányászati és Kohászati Lapok*. Bányászat, 106, pp. 831–832.
- ALFÖLDI L. (1979): Budapesti hévizek. *VITUKI*, Budapest, 137 pp.
- ALFÖLDI L.—LORBERER Á. (1976): A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának vizsgálata, kútadatok alapján. *Hidrológiai Közöny*, 56, pp. 433–443.
- ALFÖLDI L.—BÖCKER T.—LORBERER Á. (1977): Magyarország karbonátos repedezett hévíztárolóinak hidrogeológiai jellemzői. Magyarország hévízkútjai. *VITUKI*, Budapest, pp. 17–28.
- American Geological Institute (1962): Dictionary of geological terms. Dolphin Reference Book, 360 pp.
- ANDREÁNSZKY G.—KOVÁCS É. (1955): A hazai fiatalabb harmadidőszaki flóra tagolása és ökológiája. *MÁFI Évkönyv*, 54. k., 326 pp.
- ÁDÁM L. (1959): Móri árok és északi előterének kialakulása és fejlődéstörténete. *Földrajzi Értesítő*, 8, pp. 277–307.
- ÁDÁM L. (1973): Magyarázó a Neszmély—Dunaalmás—Dunaszentmiklós felszínmozgásos terület 1 : 10 000 méretarányú térképéhez. *Tervtanulmány*, Budapest, 79 pp.
- BADINSZKY P.—BOHN P. (1969): A paskálmalmi termálkút. *Földtani Kutatás*, 12, pp. 64–70.
- BALÁZS D. (1971): Trópusi és hazai karsztvizek összehasonlító vizsgálata. *Hidrológiai Közöny*, 51, pp. 376–380.
- BARTHA F. (1974): The problems of the Pannonian of Hungary. *Acta Min. Petrogr.*, Szeged, 21, pp. 283–301.
- BARTHA F. és munkatársai (1971): *A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 360 pp.
- BASZKOV, E. A.—SZURIKOV, SZ. N. (1975): *Gidrotermü Tyihookeanskogo szegmenta zjemli*. Moszkva, 171 pp.
- BAUER, E. (1973): *Wunder der Erde*. Esslingen, pp. 63–83.
- BÁLDI T.—NAGYMAROSI A. (1976): A hárshegyi homokkő kovásodása és annak hidrotermális eredete. *Földtani Közöny*, 106, pp. 257–275.
- BÁLDI T. (1978): *A történeti földtan alapjai*. Tankönyvkiadó, Budapest, 308 pp.
- BÁNYAI J. (1949): A székelyföldi langyos források. *Hidrológiai Közöny*, 29, pp. 301–303.
- BEHM-BLANCKE, B. (1960): Altsteinzeitlichen Rastplätze im Travertingebiet von Weimar, Taubach, Ehringsdorf. *Alt. Thüringen*, 4, Weimar, pp. 1–217.
- BÉLTEKÉY L.—GELLEI Á.—LÁNG G. (1962): A csepeli II. melegvizes kút. *Hidrológiai Közöny*, 42, pp. 246–254.
- BENEFY L. (1958a): Szeizmotektonikai vizsgálatok Budapest főváros környékén. *Földrajzi Értesítő*, 7, pp. 141–165.
- BENEFY L. (1958b): Szekuláris mozgások Budapest térségében. In: *Budapest természeti képe*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 325–351.
- BOLEMÁN I. (1896): *Magyar fürdők és ásványos vizek*. Budapest, 158 pp.
- BÖCKER T. (1967): A budapesti hévízkutak összefüggésének vizsgálata. *Vízügyi Közlemények*, 10, pp. 365–389.
- BÖCKER T. (1969): Magyarországi karsztvízkutatás jelenlegi helyzete. *Vízügyi Közlemények*, 12, pp. 127–136.



- BÖGLI, A. (1978): *Karsthydrographie und physische Speläologie*. Springer Verlag, Berlin—New York, 327 pp.
- BULLA B. (1934): Magyarországi löszök és folyóteraszok problémái. *Földrajzi Közlemények*, 62, pp. 136—149.
- BULLA B. (1936): Terraszok és szintek a Duna jobb partján Adony és Mohács között. *MTA Mat. és Természettud. Ért.*, pp. 23—32.
- BULLA B. (1941): A magyar medence pliocén és pleisztocén terraszai. *Földrajzi Közlemények*, 69, pp. 198—230.
- BULLA B. (1947): Tönkfelszínek. *Természettudomány*, 9, pp. 14—23.
- CHITTENDEN, H. M. (1933): Yellowstone National Park. Stanford. *University Press*, California, 295 pp.
- CHOLNOKY J. (1914): *Földrajzi képek*. Budapest, pp. 107—175.
- CHOLNOKY J. (1937): A Dunazug-hegyvidék. *Földrajzi Közlemények*, 65, pp. 217—236.
- CHOLNOKY J. (1940): A mésztufa vagy travertínó képződéséről. *Mat. és Term. Tud. Ért.*, 59, pp. 1004—1010.
- COOKE, H. B. S.—HALL, J. M.—RÓNAI, A. (1979): Paleomagnetic sedimentary and climatic records from boreholes at Dávaványa and Vésztő, Hungary. *Előadás az IGCP 128 Project konferenciáján, Szeged* (1979. augusztus).
- COTET, P. (1973): *Geomorphologie Romaniei*. Ed. Tehnika, Bukarest, 311 pp.
- CSIKY G. (1956): A Budapest környéki újabb szénhidrogénkutatások és azok földtani eredményei. *Földtani Közöny*, 86, pp. 373—388.
- CSIKY G. (1963): A Duna—Tisza köze mélyszerkezeti és ösföldrajzi viszonyai a szénhidrogén kutatások tükrében. *Földrajzi Közlemények*, 11, pp. 19—35.
- CZIRÁKY J. (1953): Adatok három budapesti artézikút termékvízének hozam és hőmérséklet méréséhez, valamint felhasználásához. *Hidrológiai Közöny*, 33, pp. 91—102.
- CZIRÁKY J. (1970): A Dunántúli ásvány és gyógyvizek. *Hidrológiai Tájékoztató*, pp. 82—83.
- DEÁK J. (1980): Radiocarbon dating of the thermal waters in the Budapest area. *Zf. Mitteilun-gen*, Nr. 30. Arbeitstagung. *Izotope in der Natur*, Leipzig, pp. 17—21.
- DORNYAY B. (1925): *Tata-Tóváros hőforrásai és közgazdasági jövőjük*. Tata, 1—127 pp.
- EINCZINGER F. (1932): Esztergom meleg forrásai. *Hidrológiai Közöny*, 12, pp. 82—84.
- EISENSTUCK, M. (1949): Die Kalktuffe der mittleren Schwäbischen Alp. *Diss. Univ. Tübingen*, pp. 17—31.
- EMILIANI, C. (1966): Paleotemperature analysis of Caribbean cores P6304—8 and P6304—9 and generalized temperature curve for the past 425 000 years. *J. Geol.*, pp. 109—126.
- EMSZT K. (1937): A Római fürdő forrásvízének elemzési adatai. *Hidrológiai Közöny*, 17, pp. 156.
- ERDÉLYI M. (1971): Magyarország vízföldtani tájai. *Hidrológiai Közöny*, 51, pp. 143—155.
- ERDÉLYI M. (1973): A Magyar Medence hidrodinamikája. *VITUKI kiadvány*, Budapest, 72 pp.
- EVANS, P. (1972): The present status of the determination in the Quaternary (with special reference to the period between 70 000 and 1 000 000 years ago). 24th IGS; Section 12. *Quaternary Geology*, Montreal, pp. 16—21.
- FAIRBRIDGE, W. R. (1968): *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold, New York, 1295 pp.
- FALLER J. (1937): A Fehér megyei Csór-Inota községek karsztforrásainak hidrogeológiai ismertetése. *Bányászati és Kohászati Lapok*, 80, pp. 198—205, 223—228.
- FERENCZ K. (1953): A Pilishegy és a tőle D-re eső terület földtani viszonyai. *MÁFI Évi Jel. 1943. évről*, I. pótkötet, pp. 7—27.
- FERENCZY I. (1925): A Tinnye vidéki harmadkori medencerészlet földtani viszonyai. *MÁFI Évi Jel.*, 1920—1923-ról, pp. 40.
- FERENCZY I. (1926): Adatok a Buda-Kovácsi hegység geológiájához. *Földtani Közöny*, 55, pp. 196—205.
- FETH, J. H.—BARNES, I. (1979): Springs deposited travertine in eleven western states. *U.S. Department of the Interior Geological Survey*, pp. 1—68.
- FINK, J. (1963): Felszinformálódás az Alpok keleti peremén. *Földrajzi Értesítő*, XI, 2, pp. 141—144.
- FODOR TNÉ—SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1982): Az Erdélyi-medence és a Keleti-Kárpátok fontosabb édesvízi mészkőelfordulásainak összehasonlító vizsgálata a hazaiakkal. II. Románia. *Földtani Közöny*, 112, pp. 241—259.



- FÖLDEVÁRI A. (1931): Pannonkori mozgások a Budai-hegységben és a felsőpannon tó partvonalára Budapest környékén. *Földtani Közöny*, 61, pp. 51—63.
- FÖLDEVÁRI A. (1933): A Dunántúli-középhegység eocén előtti karsztja. *Földtani Közöny*, 63, pp. 49—56.
- FÖLDEVÁRI A. (1934): Tektonikai megfigyelések a Budai-hegység nyugati peremén. *Földtani Közöny*, 64, pp. 163.
- FRANKO, O.—GAZDA, S.—MIHALICSEK, M. (1975): *Tvorba a klasifikácia mineralnych vod západných Kárpát*. Bratislava, pp. 104—188.
- FRECHEN, J.—LIPPOLT, H. J. (1965): Kalium-Argon-Daten zum Alter des Laacher Vulkanismus. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 10, pp. 5—30.
- FÜLÖP J. (1954): A tatai mozdóos alaphegység földtani vizsgálata. *Földtani Közöny*, 84, pp. 304—325.
- FÜLÖP J. (1958): A Gerecse-hegység krétaidőszaki képződményei. *Geologica Hungarica*, 11, pp. 1—124.
- GAÁL I. (1928): A bajóti Kiskőoldal barlangjának diluviális emlős faunája. *Állattani Közlemények*, 25, pp. 151—154.
- GAÁL I. (1934): A Gerecse-hegység egyik legérdekesebb barlangcsoportja. *Földgömb*, pp. 321—330.
- GEDEON T. (1933): A szulfátos vizek képződése. *Hidrológiai Közöny*, 13, pp. 100.
- GEURTS, M. A. (1976): Genèse et stratigraphie des travertins de fond de vallée en Belgique. *Acta Geographica-Lovaniensia*, 16, pp. 1—66.
- GIDAI L. (1967): A Dorogi medence földtani vizsgálata. *MÁFI Évi Jel. 1965. évről*, pp. 239—241.
- GIDAI L. (1968): A Nyergesújfalu 29. sz. fúrás földtani eredményei. *MÁFI Évi Jel. 1966. évről*, pp. 141—148.
- GIDAI L. (1969): Magyarázó a Dorogi medence földtani 1 : 10 000 m.a-ú térképsorozatához. *MÁFI kiadvány*, Budapest.
- GISSLER, A. (1957): *Das unterirdische Wasser*. Berlin, 187 pp.
- GISZLER, V. N. (1971): Migrácia izotocnikov i izmenenyija v ocsagah uglekuszluh vod Pamira i Tien-Sanija kak primer geodinamiki vodona poznüh szistem. *Kurortologü i Fizioterapii*, Moszkva, pp. 1167—1170.
- HAHN GY. (1972): Tata környékének geomorfológiai képe. *Földrajzi Értesítő*, 21, pp. 389—407.
- HANTKEN M. (1861): Geológiai tanulmányok Buda és Tata között. *Term. Tud. Köz.*, I, Bp., pp. 17—33.
- HANTKEN M. (1871): Az esztergomi barnaszénterület földtani viszonyai. *MÁFI Évkönyve*, I, pp. 6—32.
- HEVESI A. (1972): Forrásmészko képződés a Bükkben. *Földrajzi Értesítő*, 21, pp. 187—205.
- HOFFER A. (1943): A Tihanyi-félsziget vulkáni képződményei. *Földtani Közöny*, 73, pp. 373—429.
- HORUSITZKY F.—WEIN GY. (1962): Ércutatási lehetőségek a Budai hegységben. *Bányászati Lapok*, 73, pp. 749—753.
- HORUSITZKY H. (1923): Tata-Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője. *MÁFI Évkönyve*, 25, pp. 1—83.
- HORUSITZKY H. (1938): Várkerti mélyfúrás. *Hidrológiai Közöny*, 18, pp. 324—333.
- HORUSITZKY H. (1939): Budapest Duna jobbparti részének hidrogeológiája. *Hidrológiai Közöny*, 18, pp. 1—404.
- HORVÁTH J.—HORVÁTH L. (1957): A budapesti termál gyógyvizek összefüggése. *Hidrológiai Közöny*, 37, pp. 275—284.
- HORVÁTH L. (1952): Adatok a budapesti gyógyforrások összefüggésének kérdéseire. *Hidrológiai Közöny*, 32, pp. 294—324.
- HORVÁTH L.—SCHEUER GY. (1964): Hidrológiai vizsgálatok és megfigyelések a Római-fürdői strand területén. *Mérnökgeológiai Szemle*, pp. 82—95.
- HORVÁTH L.—SCHEUER GY. (1967): Javaslat a budapesti hévizek védőterületére. *Hidrológiai Közöny*, 47, pp. 1—14.
- HRABOWSZKY K. (1966): A hévíz és gőzforrások hasznosítása Izlandon. *Hidrológiai Tájékoztató*, jún., pp. 128—135.



- JAKUCS L. (1948a): Hozzászólás a Mátyás-hegyi barlang genetikájának kérdéséhez. *MÁFI Évi Jel.* 1948. évről, pp. 127–133.
- JAKUCS L. (1948b): A hévforrásos barlangkeletkezés földtani és fizikai tényezői. *Hidrológiai Közlöny*, 28, pp. 53–58.
- JAKUCS L. (1950a): A dolomit porlódás kérdése a Budai-hegységben. *Földtani Közlöny*, 80, pp. 361–380.
- JAKUCS L. (1950b): Újabb hozzászólások a Budai-hegység hidrotermáinak eredetéhez. *Hidrológiai Közlöny*, 30, pp. 233–235.
- JAKUCS L. (1968): Szempontok a karsztos tájak denudációs folyamatainak és morfogenetikájának értékeléséhez. *Földrajzi Értesítő*, 17, pp. 17–46.
- JAKUCS L. (1971a): Szempontok a dolomit térszínek karsztosodásának értelmezéséhez. *Földrajzi Értesítő*, 20, pp. 89–98.
- JAKUCS L. (1971b): A karsztok morfogenetikája. *Földrajzi monográfiák*, VIII. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 279 pp.
- JÁMBOR Á. (1968): A Budapest környéki neogén képződmények ösföldrajzi vizsgálata. *MÁFI Évi Jel.* 1967. évről, pp. 135–142.
- JÁMBOR Á. (1980): A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. *MÁFI Évkönyve*, LXII. kötet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- JÁMBOR Á. – KÖRPÁS L. (1969): A Dunántúli-középhegység kavics képződményeinek régészeti helyzete. *MÁFI Évi Jel.*, pp. 75–92.
- JÁMBOR Á. és munkatársai (1966): Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34-II. Budapest. *MÁFI kiadás*, Budapest, 183 pp.
- JÁMBOR, Á. és munkatársai (1980): K/Ar dating of basaltic rocks in Transdanubia, Hungary. *Atomki Közl.*, 22, pp. 173–190.
- JÁNOSSY D. (1961): Az első fosszilis víziló leletek hazánk pleisztocénjéből. *Állattani Közlemények*, 49, pp. 63–74.
- JÁNOSSY, D. (1969): Statigraphische Auswertung der europäischen mittelpleistozänen Wirbeltierfauna. *Geologie und Paläontologie*, 14, pp. 367–430.
- JÁNOSSY, D. (1971): Der erste Nachweis einer Kalt Moustérien Vertebratenfauna in Ungarn. *Vertebraten Hung.*, 12, pp. 103–110.
- JÁNOSSY D. (1978): Új finomrétegtani szint Magyarország pleisztocén őslénytani sorozatában. *Földrajzi Közlemények*, 101, pp. 161–174.
- JÁNOSSY D. (1979): *A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces fauna alapján*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 207 pp.
- JÁNOSSY, D. – KROLOPP, E. (1981): Die pleistozänen Schnecken und Vertebraten-Faunen von Süttő. *Fragmenta – Mineralogica et Palaeontologica*, 10, pp. 31–58.
- JÁNOSSY, D. – VÖRÖS, I. (1979): Grossäuger-Streufunde aus dem Pleistozän Ungarns. *Fragmenta – Mineralogica et Palaeontologica*, 9, pp. 21–60.
- JASKÓ S. (1939): Adatok az Alcsút-Etyeki dombvidék földtani ismeretéhez. *Földtani Közlöny*, 69, pp. 109–130.
- JASKÓ S. (1943): A bicskei öböl fejlődéstörténete, hegyszerkezete és fúrásai. *Beszámoló a MÁFI vitaulésekről*, 5, pp. 254–302.
- JASKÓ S. (1959): Karsztvíz a Dunántúli-középhegységben. *Hidrológiai Közlöny*, 39, pp. 289–297.
- JUHÁSZ J. (1955): Felszínalatti vízkészletünk. *Hidrológiai Közlöny*, 35, pp. 17–25.
- JUHÁSZ J. (1958): A beszivárgás vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 38, pp. 343–351.
- JUHÁSZ J. (1960): A Balatonfelvidék vízbeszerzési lehetőségei. *Hidrológiai Közlöny*, 40, pp. 404–415.
- JUHÁSZ J. (1976): *Hidrogeológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 767 pp.
- KADIĆ O. (1933): Beszámoló a várbeli pincebarlangok kutatásáról. *Barlangvilág*, 3, pp. 1–14.
- KEILCHACK, K. (1935): *Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde*. Berlin, 197 pp.
- KEREKES J. (1937): A Buda környéki hévizes barlangokról. *Földrajzi zsebkönyv*, pp. 21–33.
- KESSLER H. (1954): A beszivárgási százalék és a tartósan kitermelhető vízmennyiség megállapítása karsztvidéken. *Vízügyi Közlemények*, 4, pp. 217–247.
- KESSLER H. (1956): A karsztos hévforrások utánpótlásának kérdése. *Hidrológiai Közlöny*, 36, pp. 127–128.



- KESSLER H. (1962): A budai hévforrások vízháztartásának kérdése. *Hidrológiai Tájékoztató*, 1—2, pp. 17—19.
- KÉZ A. (1934): A Duna Győr—budapesti szakaszának kialakulása. *Földrajzi Közlemények*, 62, pp. 175—193.
- KÉZ A. (1965): Az édesvízi mészkövek koráról. *Földrajzi Értesítő*, 14, pp. 164—165.
- KISGYÖRGY Z.—KRISTÓ A. (1978): *Románia ásványvizei*. Bukarest, 78 pp.
- KOCH A. (1900): A kiscelli párkánysík geológiai szelvényeinek mintája. *Földtani Közöny*, 29, pp. 33—37.
- KORDOS L. (1979): A magyarországi paleoklimatológiai kutatások módszerei és eredményei. Budapest (kézirat).
- KORMOS T. (1909): A pleisztocén ősemlék nyomai Tatán. *Földtani Közöny*, 39, pp. 149—151.
- KORMOS T. (1912): A tatai őskőkori telep. *MÁFI Évkönyv*, 20, 60 pp.
- KORMOS T. (1915): Pleisztocén teknősök Dunaalmásról. *Földtani Közöny*, 45, pp. 44.
- KORMOS T. (1925): A süttői forrásmészkő komplexum faunája. *Állattani Közlemények*, 22, pp. 159—175.
- KORMOS T.—LAMBRECHT K. (1914): A bajóti Öregkő nagybarlangjának faunája. *Barlangkutatás*, pp. 77.
- KORMOS T.—SCHRÉTER Z. (1915): Előzetes jelentés a Budai hegyek és a Gerecse-hegység szélén előforduló édesvízi mészkövek tanulmányozásáról. *MÁFI Évi Jel. 1915. évről*, pp. 542—544.
- KORPÁS E. (1933): A Gerecse-hegység morfológiája. *Földrajzi Közlemények*, 61, pp. 1—17.
- KOVANDA J. (1971): Kvartéri vápence Ceskoslovenska (Quartärkalke der Tschechoslovakei). *Antropozoikum*, Praga, 7, pp. 217.
- KRETZOI M. (1953): A negyedkor taglalása gerinces fauna alapján. *MTA Műszaki Tud. Oszt. Közleményei*, 9, pp. 89—99.
- KRETZOI M. (1955): Adatok a Magyar-medence negyedkori tektonikájához. *Hidrológiai Közöny*, 35, pp. 19—44.
- KRETZOI M. (1959): Vita Dr. Pécsi M. A Duna-völgy magyarországi szakaszának kialakulása c. kandidátusi értekezéséről. *Földrajzi Értesítő*, 8, 123 pp.
- KRETZOI M. (1961): A diósi gerinces fauna és a miocén-pliocén határ kérdése. *Földtani Közöny*, 91, pp. 208—216.
- KRETZOI M. (1964): Die Wirbeltier fauna des Travertinkomplexes von Tata. In: *Tata ein atc.* Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 105—126.
- KRETZOI M. (1969): A magyarországi quarter és pliocén szárazföldi biosztratigráfiájának vázlat. *Földrajzi Közlemények*, 17, pp. 179—203.
- KRETZOI M. (1978): Fontosabb szórványleletek a MÁFI gerinces gyűjteményében 1. A Szechenyi-hegy pliocén édesvízi mészkövének faunája. *MÁFI Évi Jel.*, pp. 347—358.
- KRETZOI M. (1982a): Fontosabb szórványleletek a MÁFI gerinces gyűjteményében. *Hipparion* fauna leletek a Kárpát-medence pannóniai képződményeiből. *MÁFI Évi Jel. 1980. évről*, pp. 385—394.
- KRETZOI M. (1982b): A Kárpát-medence felső neozoós rétegtanának korrelációs lehetőségei. *MÁFI Évi Jel. 1980. évről*, pp. 407—416.
- KRETZOI M.—KROLOPP E. (1972): Az Alföld harmadkor végi és negyedkora az őslénytani adatok alapján. *Földrajzi Értesítő*, 21, pp. 133—158.
- KRETZOI M.—PÉCSI M. (1965): Nature and aspects of the Quaternary in Hungary. *Acta Geol. Hung.*, 9, pp. 11—16.
- KRETZOI M.—PÉCSI M. (1979): Pliocene and Pleistocene development and chronology of the Pannonian Basin. *Acta Geol.*, 22, Nos 1—4, pp. 3—33. — (*Studies on Loess.*) Int. Geol. Correlation Programme Magnetostratigraphy, 1980, Akadémiai Kiadó, Budapest, 128 pp.
- KRETZOI M.—VÉRTES L. (1965): The role of the vertebrata fauna and paleolithic industry of Hungary in Quaternary stratigraphy and chronology. *Acta Geol. Hung.*, 9, pp. 125—144.
- KRETZOI M.—MÁRTON P.—PÉCSI M.—SCHWEITZER F.—VÖRÖS I. (1982): Pliocene—Pleistocene piedmont correlative sediments in Hungary (based on lithological, geomorphological, paleontological and paleomagnetic analyses of the exposures in the open-cast mine at Gyöngyösvisonta). *Quaternary Studies in Hungary*, Geogr. Res. Inst. of the Hung. Acad. of Sc., Budapest, pp. 11—43.



- KRIVÁN P. (1953): A pleisztocén földtörténeti ritmusai. *Alföldi Kongresszus*, Budapest, pp. 71–87.
- KRIVÁN P. (1959): Mezozoós karsztosodási és karsztlefedési szakaszok, alsóbartoni sziklás-parti jelenségek a Budai-hegységben. *Földtani Közöny*, 89, pp. 393–401.
- KRIVÁN P. (1964): Erózióbázis feletti édesvízi mészkőalakulatok földtani vizsgálatainak elvi alapjairól. *Öslénytani Viták*, pp. 13–18.
- KRIVÁN P. (1967): A magyar negyedkor földtani helyzete és feladatai. *Földtani Közöny*, 97, pp. 326–330.
- KROLOPP E. (1958): A Budai-hegység csiga faunájának kialakulása. *Állattani Közlemények*, 46, pp. 245–253.
- KROLOPP E. (1961): *Budakörnyéki alsópleisztocén mésziszapok csigafaunája*. Egyetemi doktori értekezés. Budapest.
- KROLOPP E. (1965): A hazai pleisztocén malakológiai kutatások eredményei és feladatai. *Öslénytani viták*, pp. 29–36.
- KROLOPP E. (1973): Negyedkori malakológia Magyarországon. *Földrajzi Közlemények*, 21, pp. 167–171.
- KROLOPP E. és munkatársai (1976): A budai Várhegy negyedkori képződményei. *Földrajzi Közlemények*, 106, pp. 193–225.
- KULCSÁR K. (1913): Földtani megfigyelések a Gerecse-hegységben. *Földtani Közöny*, 43, pp. 421–423.
- LA BREQUE, J. L. — V. D. KENT — C. S. CANDE (1977): Revised magnetic polarity time scale for Late Cretaceous and Cenozoic time. *Geology*, 5, pp. 330–335.
- LÁNG G. (1957a): A gerecsei Nagy-Somlóhegy barlangjai. *Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató*, 2, pp. 45–48.
- LÁNG G. (1957b): A Pálvölgyi köfjítő kisebb barlangjai. *Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató*, 2, pp. 31–33.
- LÁNG G. (1960): Hegységszerkezeti és vízföldtani megfigyelések a Budai-hegységben. *Hidrológiai Közöny*, 40, pp. 396–397.
- LÁNG G. — OZORAY GY. (1957): Karsztjelenségek a Csövéri rögcsoportban. *Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató*, 2, pp. 36–37.
- LÁNG S. (1938): Folyóterasz tanulmányok. *Földtani Közöny*, 68, pp. 110–129.
- LÁNG S. (1942): A karsztvíz szerepe Budapest székesfőváros vízellátásában. *Hidrológiai Közöny*, 22, pp. 335–360.
- LÁNG S. (1948): Karszttanulmányok a Dunántúli-középhegységben. *Hidrológiai Közöny*, 28, pp. 49–52.
- LÁNG S. (1950): Geomorfológiai és hidrológiai vizsgálatok a Máriaremetei szorosban. *Hidrológiai Közöny*, 30, pp. 63–67.
- LÁNG S. (1955): Gerecse peremhegységi részeinek geomorfológiája. *Földrajzi Értesítő*, 4, pp. 143–157.
- LÁNG S. (1956): A Központi-Gerecse geomorfológiája. *Földrajzi Értesítő*, 5, pp. 265–280.
- LEÉL-ÖSSY S. (1957): A Budai-hegység barlangjai. *Földrajzi Értesítő*, 6, pp. 157.
- LENKEI T. (1943): A tatái langyos források 1941–1942. évi hozam és hőmérséklet mérései. *Hidrológiai Közöny*, 23, pp. 115–117.
- LÉCZFALVY S. (1963): A források osztályozása. *Hidrológiai Közöny*, 43, pp. 46–57.
- LÉCZFALVY S. (1964): Hévförások, mesterséges hévfízfeltárások hűtőánpótlódásának néhány kérdése. *Hidrológiai Közöny*, 44, pp. 546–551.
- LÉCZFALVY S. (1966): *Vízbeszerzés, vízellátás forrásokból*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 182 pp.
- LIFFA A. (1904): Geológiai jegyzetek Sárísáp vidékéről. *MÁFI Évi Jel. 1903. évről*, pp. 215–232.
- LIFFA A. (1907): Megjegyzések STAFF: Adatok a Gerecse-hegység stratigráfiai... stb. c. művéhez. *MÁFI Évkönyve*, XVI. kötet, pp. 3–18.
- LIFFA A. (1909): Geológiai jegyzetek Nyergesújfalu és Neszmély környékéről. *MÁFI Évi Jel. 1907. évről*, pp. 148–171.
- ID. LÓCZY L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepődése. — *A Balaton Tud. Tanulm. Eredm.*, I. kötet, Budapest, 617 pp.



- IFJ. LÓCZY L. (1937): A Balatonfüred és Aszód között elterülő vidék hegyszerkezeti és hidrológiai viszonyai. *MÁFI Évi Jel. 1929—1932. évekről*, pp. 71—126.
- LOŽEK V. (1961): Travertines. *INQUA kongresszus, Warszawa*, pp. 1—19.
- LÜTTIG G. (1958): Eiszeit-Stadium-Phase-Staffel. Eine nomenklaturische Betrachtung. *Geologische Jahrbuch*, 76, pp. 235—260.
- MAROSI S. (1958): A Budai-hegység barlangjai és felszíni karsztos formái. In: *Budapest természeti földrajza*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 131—151.
- MAZALÁN P. (1932): Budapest székes főváros legújabb ásványvíz fúrásainak műszaki leírása. *Hidrológiai Közöny*, 12, pp. 133—140.
- MÁNDY GY. (1935): Az esztergomi barnaszénterület geomorfológiája. *Földrajzi Közlemények*, 63, pp. 62—67.
- MESSINI, M.—LOLLO, DI E. C. (1957): *Acque minerali del mondo*. Roma, 417 pp.
- MIKE K. (1963): Szerkezeti mozgások morfogenetikai és gyakorlati értékelése a Dunántúl ÉK-i részén. *Földrajzi Értesítő*, 12, pp. 145—165.
- MOTTL M. (1942): Adatok a hazai ó- és újpleisztocén folyóteraszok emlősfanájához. *MÁFI Évkönyv*, 36, pp. 65—70.
- MOLDVAI L. (1969—70): Neotektonikus felszínalakulás jelenségei magyarországi középhegységekben. I—II. rész. *MÁFI Évi Jel.*, pp. 587—638, 155—180.
- MONOSTORI M. (1973): Budai márga — tardi fácies — kiscelli agyag a Budai-hegységben. *Földtani Közöny*, 103, pp. 58—62.
- NAUM, T. R.—ROSU, D. (1971): Depresiunea Borsecului. *Analete Universitatii Bucuresti, Geografia*, 20, pp. 21—38.
- NAGY E. és munkatársai (1965): Budaörsi 1. sz. alapfúrás. *MÁFI Évi Jel.*, pp. 118—129.
- NAGY G. (1968): Magyarázók a dorogi 1 : 10 000-es földtani térképlapokhoz. *MÁFI kiadás*, Budapest, pp. 1—36.
- NEMES L. (1943): Borszékfürdő gyógyforrásai. *Hidrológiai Közöny*, 23, pp. 97—102.
- NESS, G.—LEVI, SH.—COUCH R. (1980): Marine magnetic anomaly timescales for the Cenozoic and Late Cretaceous: a précis, critic and synthesis. *Review of Geophys. and Space Phys.*, 18, pp. 753—770.
- NOSZKY J. (1925): Levantei forrásmezsek a pesti oldalon. *Földtani Közöny*, 55, pp. 238—239.
- NOSZKY J. (1940): A Cserhát hegység földtani viszonyai. *Magyar Tájak Földtani Leírása*, Budapest, 283 pp.
- ORAVECZ J. (1961): A Gerecse és a Buda-Pilisi-hegység közötti rögterület triász képződményei. *Földtani Közöny*, 90, pp. 173—185.
- ORAVECZ J. (1963): A Dunántúli-középhegység felső triász képződményeinek rétegtani és fácies kérdései. *Földtani Közöny*, 93, pp. 63—73.
- ORAVECZ J. (1968): A Budai-hegység földtani felépítése. In: *Budapest hévizei*. VITUKI kiadás, Budapest, pp. 7—14.
- ORAVECZ J.—VÉGHNÉ, NEUBRANDT E. (1961): A Gerecse és Vértes-hegységi felsőtriász dolomit és mészkőösszet. *MÁFI Évkönyv*, 49, pp. 291—302.
- OZORAY GY. (1960a): Újonnan megismert hévforrásnyom Budapesten. *Földtani Közöny*, 90, pp. 369—372.
- OZORAY GY. (1960b): A budapesti hévizes barlangok ásványos kitöltése. *Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató*, pp. 471—487.
- ÖTVÖS E. (1958): Szárazföldi vörösgyag képződmények, a Budai-hegységben. *Földtani Közöny*, 88, pp. 221—227.
- PALOC H. (1982): Karszthidrogeológiai szótár. In: *Karszterületek hidrogeológiája*. MKBT kiadás, Budapest, 197 pp.
- PANOS V. (1960): A Budai-hegység hévforrás karsztja és különleges lerakódásai. *Hidrológiai Közöny*, 40, pp. 391—395.
- PAPP F. (1940): Budapest gyógyvizei. *Hidrológiai Közöny*, 20, pp. 21—42.
- PAPP F. (1942): Gyógyvizeink és a földtani adottságok. *Mérnöki Továbbképző Intézet 1941. évi anyaga*, XI. kötet, 7. füzet, Budapest, pp. 1—40.
- PAPP F. (1962): A budapesti langyos és meleg források földtani múltja. *Hidrológiai Tájékoztató*, dec., pp. 18—20.



- PAPP F.—VITÁLIS GY. (1967): Magyarország műszaki földtana. *Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa*, Budapest, pp. 1—306.
- PÁLFY M. (1905): Borszékfürdő és Gyergyóbélbor geológiai és hidrológiai viszonyai. *Földtani Közlöny*, 35, pp. 1—12.
- PÁLFY M. (1907): A Marosvölgy jobb oldalának geológiai alkotása Algyógy környékén. *Földtani Közlöny*, 37, pp. 468—481.
- PÁLFY M. (1925): A Zala megyei kékkúti savanyúvíz forrás hidrológiai viszonyai. *Hidrológiai Közlöny*, 4—5, pp. 3—8.
- PÁLFY M. (1929): A Gellérthegy mélyfúrás tanulságai. *Földtani Közlöny*, 59, pp. 77—87.
- PÁVAI VAJNA F. (1932): Új gyógyforrások Budán. *Hidrológiai Közlöny*, 12, pp. 29—45.
- PÁVAI VAJNA F. (1936): Tabán új termális gyógyforrásai. *Hidrológiai Közlöny*, 16, pp. 30—43.
- PÉCSI M. (1955): Eróziós és korráziós völgyek és vízmások képződése a Duna völgyében Dunaalmás és Nyergesújfalu között. *Földrajzi Értesítő*, 4, pp. 41—54.
- PÉCSI M. (1957): Magyarországi Dunateraszok párhuzamosítása a Bécs környéki és a vaskapui teraszokkal. *Földrajzi Közlöny*, 81, pp. 259—289.
- PÉCSI M. (1958): A Pesti Síkság kialakulása. In: *Budapest természeti képe*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 248—310.
- PÉCSI M. (1959a): A negyedkori tektonikus mozgások mértéke a Duna-völgy magyarországi szakaszán. *Geofizikai Közlemények*, 8, pp. 73—83.
- PÉCSI M. (1959b): A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalkotása. *Földrajzi Monográfiák*, III. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 346 pp.
- PÉCSI M. (1963): Hegylábi (pediment) felszín a magyarországi középhegységekben. *Földrajzi Közlemények*, 11, 3, pp. 195—212.
- PÉCSI M. (1964): A magyar középhegységek geomorfológiai kutatásának újabb kérdései. *Földrajzi Értesítő*, 13, pp. 1—29.
- PÉCSI M. (1970a): Surface of planation in the Hungarian Mountains and their relevance to pedimentation. *Studies in Geography in Hungary* 8, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- PÉCSI M. (1970b): Geomorphological regions of Hungary. *Studies in Geography in Hungary* 6, Akadémiai Kiadó, Budapest, 45 pp.
- PÉCSI M. (1973): A vértesszöllősi ópaleolit ősember telephelyének geomorfológiai helyzete és abszolút kora. *Földrajzi Közlemények*, 21, pp. 109—119.
- PÉCSI M. (1975): A Kisalföld és a Nyugat-magyarországi peremvidék. *Magyarország tájföldrajza* 3, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 40—60.
- PÉCSI M. (1978): Die Terrassen und Flächen des Donautales in Ungarn. — DEUQUA Excursion 3—5 Sept. 1978. Wiener Becken — Mittleres Burgenland — Transdanubien. *Excursionsführer*, Helga Schneiderbauer, Wien-Budapest, pp. 51—61.
- PÉCSI M. (1980): A Pannóniai-medence morfogenetikája. *Földrajzi Értesítő*, 29, 1, pp. 105—127.
- PÉCSI M.—KRETZOI M. (1966): Nature and aspects of the Quaternary in Hungary. — *Acta Geologica Hung.*, 9, Nos 1—2, pp. 11—16.
- PÉCSI M.—M. A. PEVZNER (1975): Paleomágneses vizsgálatok a Gerecse-hegységben (Kézirat). MTA FKI, Budapest, pp. 1—10.
- PÉCSI M.—OSMOND, J. K. (1973): Geomorphological position and absolute age of the settlement of Vértesszőlő of lower Paleolithic prehistoric man in Hungary. Ninth Congress Internat. Union Quaternary Research, Christchurch (N. Z.), 2—10. Dec. 1973. *Abstracts*, pp. 283—284.
- PÉCSI M.—SZILÁRD J. (1969): Elegyengetett felszínnek főbb kutatási és nomenklaturai problémái. *Földrajzi Értesítő*, 18, pp. 153—176.
- PÉCSI M.—SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1978): Die plio-pleistozänen tektonischen Bewegungsphasen im Budaer Berge. — DEUQUA Excursion 3—5 Sept. 1978. Wiener Becken—Mittleres Burgenland — Transdanubien. *Excursionsführer*, Helga Schneiderbauer, Budapest-Wien, pp. 45—49.
- PÉCSI M.—SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1982): Geomorphological and chronological classification of Hungarian travertines. *Quaternary Studies in Hungary*, Geogr. Res. Institute of the Hung. Acad. of Sc., Budapest, pp. 113—117.
- PÉCSI M. és munkatársai (1979): Complex evaluation on Dunaföldvár loesses and fossil soils



- (Bio- and lithostratigraphical paleopedological, thermal and paleomagnetic investigation). — *Acta Geologica*, 22, Nos 1–4, pp. 513–537. — *Studies on Loess*. Int. Geol. Correlation Programme Magnetostratigraphy, 1980. Akadémiai Kiadó, Budapest, 128 pp.
- PÉCZELY GY. (1981): *Éghajlattan*. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 125–334.
- PIA J. (1933): *Die rezenten Kalksteine*. Leipzig, 463 pp.
- PIA J. (1953): Theorien über die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes. *Mitteilungen Geologischen Gesellschaft*, Wien, 46 pp.
- POSEA, R. G.—N. POPESCU (1974): *Relieful Romaniei*. Edit. Stiint, Bukarest.
- PRICAJAN, A. (1972): *Opele minerale si termale din Romania*. Editura Tehnica, Bukarest, 295 pp.
- RÓNAI A. (1969): A medencebeli pleisztocén sztratifrácia hazai eredményei. *Földrajzi Közlemények*, 17, pp. 218–229.
- RÓNAI A. (1972): Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. *MÁFI Évkönyv*, 56, pp. 421–436.
- RÓNAI A. (1973): A negyedkori kéregmozgások térképe Magyarországon. *MTA X. Oszt. Közleményei*, 6, pp. 241–243.
- RÓNAI A. (1977): Negyedidőszaki kéregmozgások a Magyar-medencében. *Földtani Közöny*, 107, pp. 431–436.
- RÓNAI A.—SZEMETHY A. (1979): Az Alföld kutatás újabb eredményei, paleomágneses vizsgálatok laza üledékeken. *MÁFI Évi Jel. 1977. évről*, pp. 67–83.
- ROZLOZSNIK P. (1925): Földtani jegyzetek az Esztergom vidéki paleogén medence nyugati részéről. *MÁFI Évi Jel. 1920–23. évről*.
- ROZLOZSNIK P.—SCHRÉTER Z.—TELEGDI-RÓTH K. (1922): Az Esztergom melletti barnaszén-terület bányaföldtani viszonyai. *MÁFI kiadvány*, Budapest, pp. 34–41.
- SARLÓ K. (1946): A dunaalmási Csokonai artéziforrás kémiai és fizikai vizsgálata. *Hidrológiai Közöny*, 25, pp. 91–93.
- SARLÓ K. (1949): Újabb adatok a margitszigeti hőforrások kémiai összetételéhez. *Hidrológiai Közöny*, 29, pp. 17–19.
- SAVU, A. L. (1973): Depresiunea Maramures. *Terra Annales*, X/26, pp. 23–39.
- SÁRVÁRY I. (1968): A karsztvízszint változása a Dunántúli-középhegységben 1960–1967-ig. *Hidrológiai Tájékoztató*, június, pp. 52–54.
- SCHAFARZIK F. (1918): A budapesti Duna paleohydrográfiája. *Földtani Közöny*, 48, pp. 184–200.
- SCHAFARZIK F. (1920a): Szőkevény hőforrások a Gellérthegy tövében. *Földtani Közöny*, 50, pp. 79–83.
- SCHAFARZIK F. (1920b): A budapesti termális vízhálózatnak egy eddigelé geológiailag nem méltatott forrásáról. *Földtani Közöny*, 50, pp. 83–85.
- SCHAFARZIK F. (1928): Visszapillantás a budai hőforrások fejlődéstörténetére. *Hidrológiai Közöny*, 1, pp. 9–14.
- SCHAFARZIK F.—VENDL A.—PAPP F. (1964): *Geológiai kirándulások Budapest környékén*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- SCHERF E. (1928): Hőforrások okozta kőzetváltozások a Buda–pilisi hegységben. *Hidrológiai Közöny*, 2, pp. 19–88.
- SCHUEUR GY. (1964): *A budapesti hévizek vízföldtana*. Egyetemi doktori értekezés. Kézirat, 151 pp.
- SCHUEUR GY. (1967): Az egri források vízföldtani vizsgálata. *Hidrológiai Tájékoztató*, nov., pp. 54–62.
- SCHUEUR GY. (1975): Kiegészítő adatok a Bükk-hegységi édesvízi mészkövek előfordulásaihoz. *Földrajzi Értesítő*, 24, pp. 75–78.
- SCHUEUR GY.—SCHWEITZER F. (1970a): A karsztvíz eredetű édesvízi mészkövek csoportosítása. *Földrajzi Értesítő*, 19, pp. 356–360.
- SCHUEUR GY.—SCHWEITZER F. (1970b): Szempontok az édesvízi mészkőösszetetek képződéséhez. *Földrajzi Értesítő*, 19.
- SCHUEUR GY.—SCHWEITZER F. (1972): Az édesvízi mészkövet lerakó karsztforrások paleogeográfiai viszonyai és osztályozásuk. *Földrajzi Értesítő*, 21, pp. 385–390.
- SCHUEUR GY.—SCHWEITZER F. (1973): The development of the Hungarian travertine sequence in the Quaternary. *Földrajzi Közlemények*, 21, 2, pp. 133–141.



- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1974a): Új szempontok a Budai-hegység környéki édesvízi mészkőösszletek képződéséhez. *Földrajzi Közlemények*, 22, 2, pp. 113—134.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1974b): Adatok a balatonfelvidéki forrásüledékek vizsgálatához. *Földrajzi Értesítő*, 23, 3, pp. 347—357.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1975): New aspects in the formation of the freshwater limestone series of the environs of Buda Mountains. — *Plenary Session of Carpatho-Balkan Geomorphological Commission. Budapest, 7—10. Sept., 1975. Guide.* Geogr. Research Inst. Hung. Acad. of Sci., Budapest, pp. 26—27.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1977): *A Központi-Gerecse édesvízi mészkőelőfordulásai.* Kézirat.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1978): Die Süßwasserkalkkomplexe des Gerecse-Gebirges. DEUQUA Excursion 3—5. Sept. 1978. Wiener Becken — Mittleres Burgenland — Transdanubien. *Excursionsführer.* Helga Schneiderbauer, Wien-Budapest, pp. 81—83.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1979): Tavi mocsári és tetarátás típusú édesvízi mészkövek a Keleti-Gerecsében. *Földrajzi Közlemények*, pp. 106—125.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1980): A budai termális karsztforrások fejlődéstörténete a felsőpannontól a holocénig. *Hidrológiai Közöny*, 60, 12, pp. 223—244.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1981a): A Gerecse-hegység paleokarszthidrológiai viszonyainak rekonstrukciója a felsőpannontól napjainkig. *Hidrológiai Közöny*, 61, 8, pp. 333—380.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1981b): A hazai édesvízi mészkövek származása és összehasonlító vizsgálatuk. *Földtani Közöny*, 111, pp. 67—97.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1981c): A Kárpát-medence környéki édesvízi mészkőelőfordulások összehasonlítása a hazai adottságokkal. I. Szlovákia. *Földtani Közöny*, 111, pp. 453—471.
- SCHEUER GY.—SCHWEITZER F. (1983): A Kárpát-medence környéki édesvízi mészkőelőfordulások összehasonlítása a hazai adottságokkal. III. Jugoszlávia. *Földtani Közöny*, 1983, pp. 25—34.
- SCHEUER GY.—SZÁSZ T. (1967): Karsztvíz előfordulás a Budai-hegység DNy-i részén. *Hidrológiai Tájékoztató*, május, pp. 55—58.
- SCHMIDT E. R. (1952): A Dunántúli Magyar-Középhegység ÉK-i részének hegyszerkezeti vázlata és kialakulásának geomechanikai magyarázata. *Bányászati és Kohászati Lapok*, 85, pp. 31—36.
- SCHMIDT E. R. és munkatársai (1962): Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani Atlaszához. *MÁFI kiadvány*, Budapest, 664 pp.
- SCHRÉTER Z. (1912a): Harmadkori és pleisztocén hévforrások tevékenységének nyomai a Budai-hegységben. *MÁFI Évkönyv* 19, pp. 179—231.
- SCHRÉTER Z. (1912b): A budapesti hévforrások földtani fejlődéstörténete. *Magyar Balneológiai Értesítő*, 12, pp. 7—19.
- SCHRÉTER Z. (1921): Az esztergomi barnaszénterület karsztvize. *Hidrológiai Közöny*, pp. 28—40.
- SCHRÉTER Z. (1953): Budai- és Gerecse-hegységperemi édesvízi mészkőelőfordulások. *MÁFI Évi Jel. 1951. évről*, pp. 111—146.
- SCHRÉTER Z. (1958): Budapest és környékének geológiája. In: *Budapest természeti képe*, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 98—118.
- SCHULHOF Ö. és munkatársai (1957): *Magyarország ásvány- és gyógyvizei.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SEGOTA, T. (1967): Paleotemperature changes in the Upper and Middle Pleistocene. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 18, pp. 127—141.
- SEGOTA, T. (1973): Radiocarbon measurements and the Holocene and Late Würm sealevel rise. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 23/24, pp. 107—115.
- SKOFLEK J.—BUDÓ V. (1968): A vértesszőlősi mésztufa florájáról. *Botanikai Közlemények*, 54, pp. 39—43.
- SÓBÁNYI GY. (1906): A Duna balparti mellékfolyóinak hidrográfiája, különös tekintettel a terasz képződményekre. *Mat. és Term. Tud. Közl.* 28. pp. 239—400.
- SOERHEL W. (1940): Die alte Pseudopariser bekannte Einlagerung im Travertinprofil von Ehringsdorf bei Weimar. *Beiträge zur Geologie von Thüringen*, Jena, 5. kötet, pp. 269—289.



- SOMOGYI S. (1975): Kemeneshát. A Kisalföld és a Nyugat-magyarországi peremvidék. *Magyarország tájféldrajza* 3. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 413–425.
- SÓLYOM F. (1953): Az Északi-Vértés és a Déli-Gerecse földtani felvétele. *Földtani Intézet Évi Jel. 1950. évről*, pp. 221–230.
- STAFF J. (1906): Adatok a Gerecse hegység stratigráfiái és tektonikai viszonyaihoz. *MÁFI Évkönyve*, 15, pp. 159–207.
- STAUB M. (1893): A gánóczi mésztufa lerakódás flórája. *Földtani Közlöny*, 23, pp. 162–197.
- STAUB M. (1895): A borszéki mésztufa lerakódás. *Földtani Közlöny*, 25, pp. 185–191.
- STEINER W. (1973): Zur Stratigraphie des Oberen Travertins im Quartär Profil von Ehringsdorf bei Weimar. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften*, 1, pp. 515–529.
- STEINER W. (1979): Die Faziesanalyse in der Travertinforschung. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften*, 7, pp. 443–446.
- STRAUB J. (1950): Erdélyi gyógyvizek kémiai összetétele különös tekintettel a ritkább alkotórészekre és ezek biokémiai jelentőségére. *MÁFI Évkönyv*, 39, pp. 3–105.
- STRÖMPL G. (1913): A visegrádi Dunaszoros és a pesti síkság fiatalabb kavicstelepei. *Földtani Közlöny*, 43, pp. 328–331.
- SÜMEGHY J. (1955): A magyarországi pleisztocén összefoglaló ismertetése. *Földtani Int. Évi Jel. 1953. évről*, 2, pp. 395–404.
- SZABÓ A. (1949): Székelyföldi ásványvizek és források radioaktív vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 29, pp. 37–38.
- SZABÓ J. (1879): Budapest geológiai tekintetben. *Magy. Orv. és Term. Vizsg. Vándorgyűlésének munkálatai*, Budapest, pp. 1–116.
- SZALAI T. (1948): Adatok a magyarországi termális vizek juvenilis alkatrészeinek származására, valamint hőbőségére nézve. *Bányászati és Kohászati Lapok*, 81, pp. 206–210.
- SZALAI T. (1949): Összefüggés a Budai-hegység emelkedése és a termális vizek hozama között. *Bányászati és Kohászati Lapok*, 82, pp. 236–243.
- SZALAY M. L. – SZ. JUHÁSZ E. (1977): *Grizzly medvék, mamutfenyők, gejzirek világában*. Natura kiadás, Budapest, pp. 221–252.
- SZALONTAI G. (1962): Budapest gyógyvizeinek minőségi változása. *Hidrológiai Tájékoztató*, pp. 7–12.
- SZALONTAI G. (1968): Budapest gyógyvizeinek minőségi változása. In Budapest hévizei. *VITUKI*, Budapest, pp. 37–42.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1939): A Gerecse magas teraszairól. *Földtani Közlöny* 69, p. 197–204.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1941a): A Dunántúli Középhegység karsztvizének néhány problémájáról. *Hidrológiai Közlöny*, 21, pp. 67–92.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1941b): Über die Hydrologie des Keszthelyer Gebirges und seiner Umgebung. *Hidrológiai Közlöny*, 21, pp. 231–236.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1948): A Dunántúli-középhegység karsztvíz térképe. *Hidrológiai Közlöny*, 28, pp. 58–60.
- SZENTES F. (SCHREIER F.) (1932): Adatok a Buda-Pilisi hegység Nagy-Kevély hegycsoportjának hidrológiai viszonyaihoz. *Hidrológiai Közlöny*, 12, pp. 26–35.
- SZENTES F. (1934): Hegység szerkezeti megfigyelések a Budai Nagykevély környékén. *Földtani Közlöny*, 64, pp. 281–292.
- SZENTES F. (1943): Aszód távolabbi környékének földtani viszonyai. *Magyar Tájak Földtani Leírása*, Budapest, pp. 1–105.
- SZENTES F. és munkatársai (1968): Magyarász Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Tatabánya. *MÁFI kiadvány*, Budapest, pp. 1–158.
- SZENTIVÁNYI F. (1932): *Adatok a Nagy Svábhegyen és környékén előforduló levantei mészkő geológiai és paleontológiai viszonyainak ismeretéhez*. Budapest, pp. 1–35.
- SZILÁRD J. (1958): A Budai-hegység déli előtere. In: *Budapest természeti képe*, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 221–245.
- SZLABODSZKY P. (1982): *Jelentés a budakalászi édesvízi mészkőelőfordulás részletes fázisú kutatásáról*. Kézirat, MÁFI Adattár, Budapest.
- SZONTÁGH T. (1908): A hontvármegyei Burpatak völgyének ásványos forrásai. *Földtani Közlöny*, 38, pp. 329–337.



- SZŐTS E. (1939): Adatok a bajóti eocén őslénytani ismeretéhez. *Földtani Közlöny*, 69, pp. 178–190.
- TARICS S. (1940): Újabb adatok a budapesti langyos forrásokról. *Hidrológiai Közlöny*, 20, pp. 84–88.
- TELEGDI-RÓTH K. (1950): A magyarországi és erdélyi ásványolaj és földgázkutató, illetve termelő mélyfúrásokból fakasztott vizek. *Földtani Közlöny*, 80, pp. 17–98.
- TOMOR L. (1947): Az olajmezők vizei és ábrázolásuk gyakorlati felhasználása az olajbányászatban. *Hidrológiai Közlöny*, 27, pp. 35–36.
- URBANCSEK J. (1977): A pannóniai medence mélységi víztározói. Magyarország mélyfúrású katasztere. VII. kötet. *OVH-VITUKI kiadás*, Budapest, pp. 7–223.
- VADÁSZ E. (1940): A Dunántúl karsztvizei. *Hidrológiai Közlöny*, 20, pp. 120–134.
- VADÁSZ E. (1949): Termális karsztvíz Dél-Baranyában. *Hidrológiai Közlöny*, 29, pp. 81–83.
- VADÁSZ E. (1955): *Elemző földtan*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 516 pp.
- VADÁSZ E. (1960): *Magyarország földtana*. II. kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 617 pp.
- VÉGHNE NEUBRANDT E. (1960): A Gerecse-hegység felsőtriász képződményeinek üledékföldtani vizsgálata. *Geologica Hungarica*, 12, pp. 1–74.
- VÉGHNE NEUBRANDT E. és munkatársai (1971): *A süttői díszítőkő kutatás összefoglaló földtani jelentése és készletszámítás*. Kutatási Jelentés, KFH, Kézirat, Budapest.
- VÉGHNE NEUBRANDT E. és munkatársai (1968–1982): *Budapest építésföldtani térképsorozatának földtani térképei* (Békásmegyer, Óbuda, Pesthidegkút, Rózsadomb, Gellérthegy 10 000 m.a. térképek) és magyarázói. Kézirat, FTV adattár, Budapest.
- VENDL A. (1944): Budapest gyógyforrásai közös védőterületének tervezete. *Hidrológiai Közlöny*, 24, pp. 3–35.
- VENDL A. (1961): A budapesti melegforrások fejlődése és helyváltozása. *Hidrológiai Tájékoztató*, pp. 28–29.
- VENDL M.—KISHÁZI P. (1964): Összefüggések melegforrások és karsztvizek között a Dunántúli-középhegységben megfigyelt viszonyok alapján. *MTA Műszaki Tud. Oszt. Közleményei*, pp. 97–119.
- VÉRTES L. és munkatársai (1964): *Tata eine mittelpaläolithische Travertin Siedlung in Ungarn*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- VIGH G. (1943): A Gerecse-hegység északnyugati részének földtani és őslénytani viszonyai. *Földtani Közlöny*, 73, pp. 645–655.
- VIGH G. (1961): A Gerecse-hegység Ny-i felének földtani vázlata. *MÁFI Évkönyve*, 49, pp. 445–461.
- VIGH GY. (1925): Földtani jegyzetek a Gerecse hegységből. *MÁFI Évi Jel. 1920–23. évekről*, pp. 60–68.
- VIGH GY. (1940a): Rétegtani és hegyszerkezeti megfigyelések a Nagypisznice környékén. *MÁFI Évi Jel. 1933–35. évekről*, 4, pp. 1455–1466.
- VIGH GY. (1940b): A karsztvízkutatás kérdése a Budai-hegységben. *Hidrológiai Közlöny*, 20, pp. 100–113.
- VIGH GY. (1941): Új hőforrások feltárása a Rákostorok vonalában. *Hidrológiai Közlöny*, 21, pp. 215.
- VIGH GY.—HORUSITZKY F. (1940): Karszthidrológiai és hegyszerkezeti megfigyelések a Budai-hegységben. *MÁFI Évi Jel. 1933–35. évről*, 4, pp. 1413–1440.
- VITÁLIS GY. (1962): Földtani és vízföldtani megfigyelések a Magyar Hidrológiai Társaság 1962. évi romániai tanulmányútján. *Hidrológiai Tájékoztató*, pp. 68–74.
- VITÁLIS GY. (1968): Adatok a Nagyszál nyugati részének karsztosodásához. *Hidrológiai Közlöny*, 48, pp. 542–549.
- VITÁLIS GY.—HEGYI I.-NÉ (1973): Hidrotermális és metasomatikus jelenségek a Dunai andezithegységben. *Hidrológiai Közlöny*, 53, pp. 219–221.
- VITÁLIS GY.—HEGYI I.-NÉ (1974): Hidrotermális közetváltozások a Dunai andezithegységgel határos dolomit területeken. *Hidrológiai Közlöny*, 54, pp. 562–569.
- VITÁLIS GY.—HEGYI I.-NÉ (1982): Adatok a Budapest térségi édesvízi mészkövek genetikájához. *Hidrológiai Közlöny*, 62, pp. 73–82.
- VITÁLIS GY.—VITÁLISNÉ ZILAHY L. (1975): Pest megye vízföldtani tömbszelvénye. *Hidrológiai Közlöny*, 55, pp. 185–188.



- VITÁLIS I. (1911): A balatonvidéki bazaltok. *A Balaton Tud. Tanulm. Eredm.*, 1. kötet, Függelék II. rész, pp. 1–169.
- VITÁLIS S. (1935): A békásmegyeri új artézikut. *Hidrológiai Közöny*, 15, pp. 172–181.
- VITÁLIS S. (1938): A karsztvíz szerepe Budapest székesfőváros Duna jobbparti részének vízellátásában. *Hidrológiai Közöny*, 18, pp. 285–298.
- VITÁLIS S. (1940): Duna jobbparti teraszok Dunaalmás és Esztergom között. *MÁFI Évi Jelentés 1933–1935. évekről*, 4, pp. 1565–1578.
- VITUKI (1968): *Budapest hévizei*. Budapest, 158 pp.
- VÖRÖS I. (1979): *Archidiskodon meridionalis ürömenis* n. ssp. from the Lower Pleistocene of the Carpathian Basin. *Fragm. Min. et Pal.*, 9, pp. 5–8.
- WEIN GY. (1973): *Földtani kirándulás Budapest környékén*. Magyarhoni Földtani Társulat jubileumi ülészaka, Budapest, 1973. ápr. 27.
- WEIN GY. (1977): A Budai-hegység tektonikája. Melléklet + 4 db földtani térkép 1 : 25 000. *MÁFI*, Budapest, 76 pp.
- WILLEMS T. (1963): A Dunántúli Magyar-középhegység főkarsztvíz rendszerének vízmérlege és az aktív bányavízvédelem összefüggései. *Bányászati Kutató Intézet Közleményei*, 8, pp. 75–84.
- WOLDSTEDT P. (1966): Der Ablauf des Eiszeitalters. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 17, pp. 153–158.
- ZAHL P. A. (1956): Spring time comes to Yellowstone National Park. *The National Geographic Magazin*, 60, pp. 761–779.
- ZEUNER F. E. (1964): The Pleistocene period. Hutchinson, London, 447 pp. II. Edition.
- ZÖTL J. G. (1974): *Karsthydrogeologie*. Springer-Verlag, Wien–New York, 291 pp.





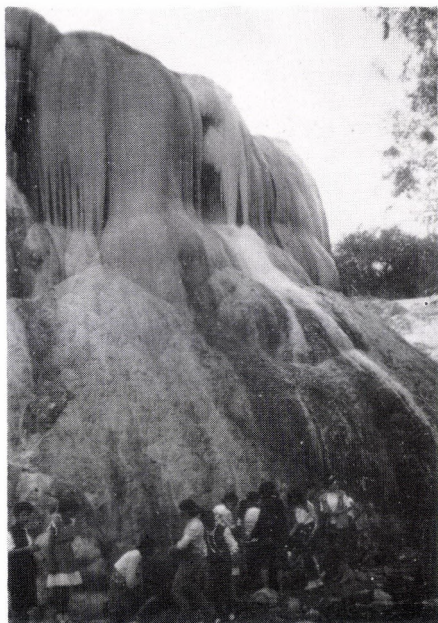


## MELLÉKLET





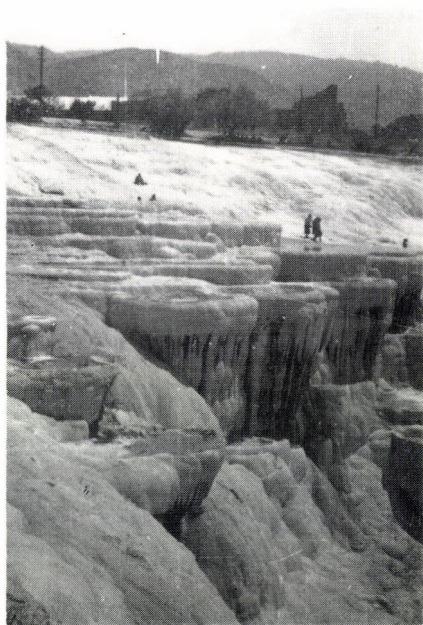




1. kép. Hammam Meskoutine 98 °C-os forrás vizéből kivált édesvízi mészkő



2. kép. A Krka völgyében képződő tetarátá-gátak, gátrendszerek (Jugoszlávia)



3. kép. Teraszperemeket befedő tetarátá-gátas kifejlődésű édesvízi mészkő (Pa-mukkale, Törökország)





4. kép. A Vág II/a. sz. teraszán fakadó forrásból kicsapódó édesvízi mészkő képződése Besenyő-nél (Szlovákia)



5. kép. Ideiglenesen megszűnt vízelborítást jelző száradási repedések a felsőpliocén édesvízi mészkőben (Süttő, Gerecse-hegység)





6. kép. Tetrátagátas édesvízi mészkő kifejlődése  
Dunaalmáson



7. kép. *Unio* sp. lenyomatok a kő-hegyi (298 m tszf.) édesvízi mészkőösszletben





8. kép. Tetarátás lépcsők, 5–7 m magas tetarátagát pereme (Epöl)



9. kép. 330 m tszf. magasságban települő  
édesvízi mészkő (Pockő)





10. kép. Régi-Haraszti bánya 283 m tszf.-i magasságban. Az édesvízi mészkő alsópleisztocén hegylábi felszínén települ



11. kép. 270 m tszf.-i magasságú édesvízi mészkőfelszínen kialakult ÉK-DNy-i irányú hasadék (Süttő, Új-Haraszti bánya)





12. kép. A lejtőn „surrantó”-szerűen lefolyt víz által lerakott édesvízi mészkő Süttőn



13. kép. 293 m tszf.-i magasságban települő kőpitei édesvízi mészkőösszlet





14. kép. A Duna VII. sz. teraszán települő tetaráta-medence összletének részlete, a Villányi fauna-együttes lelőhelye (X)



15. kép. A Duna VI. sz. teraszára települő 15–20 m vastag édesvízi mészkőösszlet részlete Duna-almásnál





16. kép. 180 m tszf.-i magasságú, VI. sz. Duna-teraszra települő tetaráta-medence részlete, amelyben meszes homokkőrétegek uralkodnak

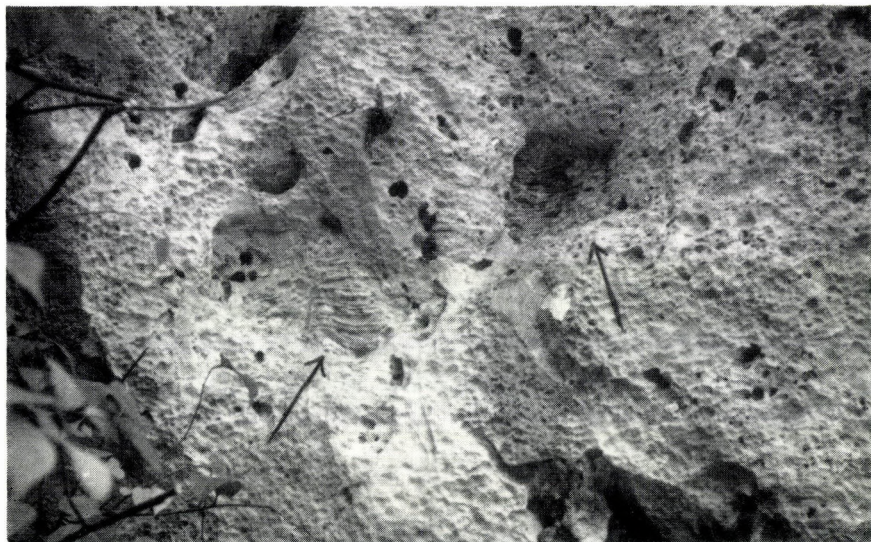


17. kép. Csúcsos-hegyi előfordulás. A 8 m vastag kavicsos anyagot az édesvízi mészkő cementálta össze. Települési magassága 223 m





18. kép. Forrásvíz által összecementált szürke színű, erősen koptatott, csillámtalan homokkő-összlet. Csúcsos-hegy, 200 m tszf.



19. kép. *Archidiskodon meridionalis* FALC. maradványok a les-hegyi, 230 m tszf.-i magasságú édesvízi mészkőben





20. kép. A les-hegyi előfordulás tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőösszlete, 230 m tszf.

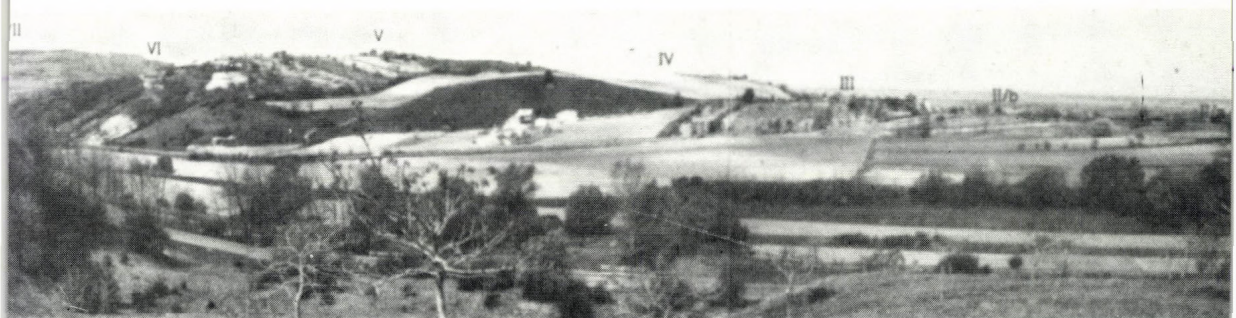


21. kép. A Tata-folyó III. sz. teraszát befedő édesvízi mészkőösszlet részlete Vértesszőlősnél



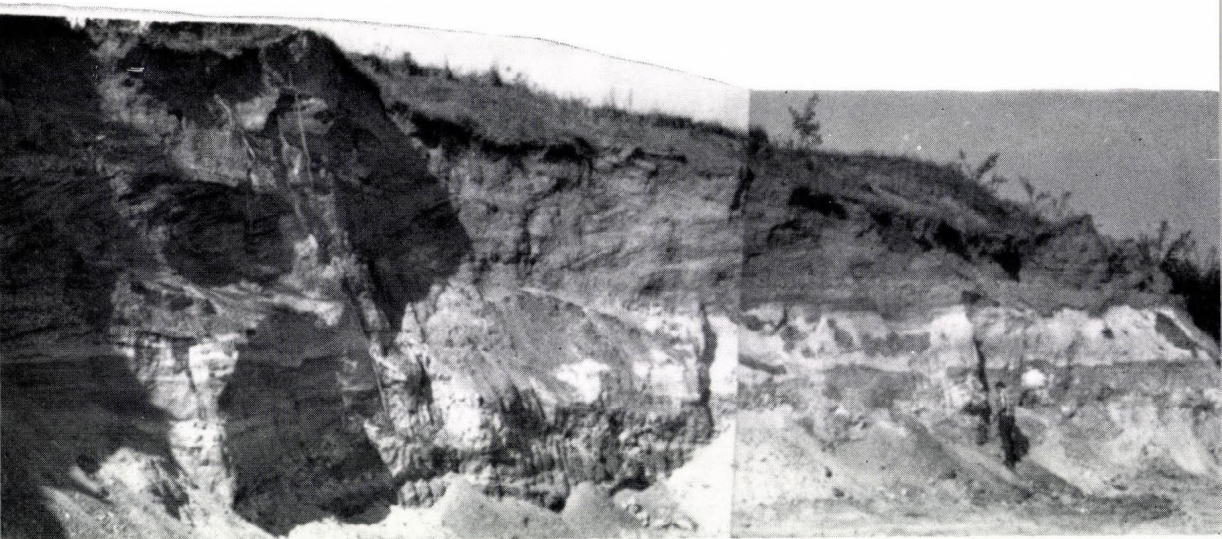


22. kép. Völgyközi hátakra, deráziós lépcsőkre felszaggatott heglábfelszínek a Keleti-Gerecsében



23. kép. A Duna VII–IV. sz. teraszai a Gerecse-hegység K-i részén Mogorósbányánál





24. kép. Forrásfeltörési központ az Ádám-majori deltaösszletben



25. kép. Konglomerátum a Les-hegyen





26. kép. 220 m tszf.-i magasságban települő tavi-mocsári típusú édesvízi mészkő a Gellért-hegyen



27. kép. Forrásbarlang a gellért-hegyi Felszabadulási emlékműnél, 215 m tszf.-i magasságban





28. kép. Vérhalomi előfordulás 220 m tszf.-i magasságban, tavi-mocsári típusú kifejlődésben



29. kép. 135–140 m tszf.-i magasságban települő édesvízi mészkő (Arany-hegy, alsó előfordulás)





30. kép. 240 m tszf.-i magasságban települő tavi-mocsári típusú édesvízi mészkő Monalovácnál



31. kép. Pusztá-hegyi előfordulás 220–235 m tszf.-i magasságban. Az édesvízi mészkő kifejlődése tavi-mocsári típusú





32. kép. 210 m tszf.-i magasságban települő édesvízi mészkő (Ezüst-hegy, felső feltárás)

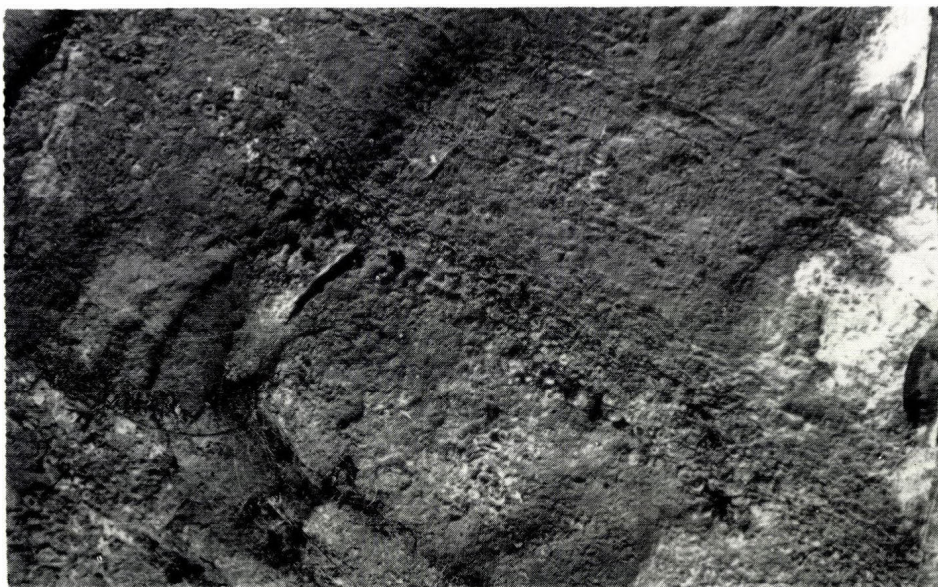


33. kép. Felső-hegyi (230 m tszf.) tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőösszlet részlete





34. kép. Az Ős-Dera-patak teraszára települő tavi-mocsári típusú édesvízi mészkő. Települési magassága 180 m tszf.



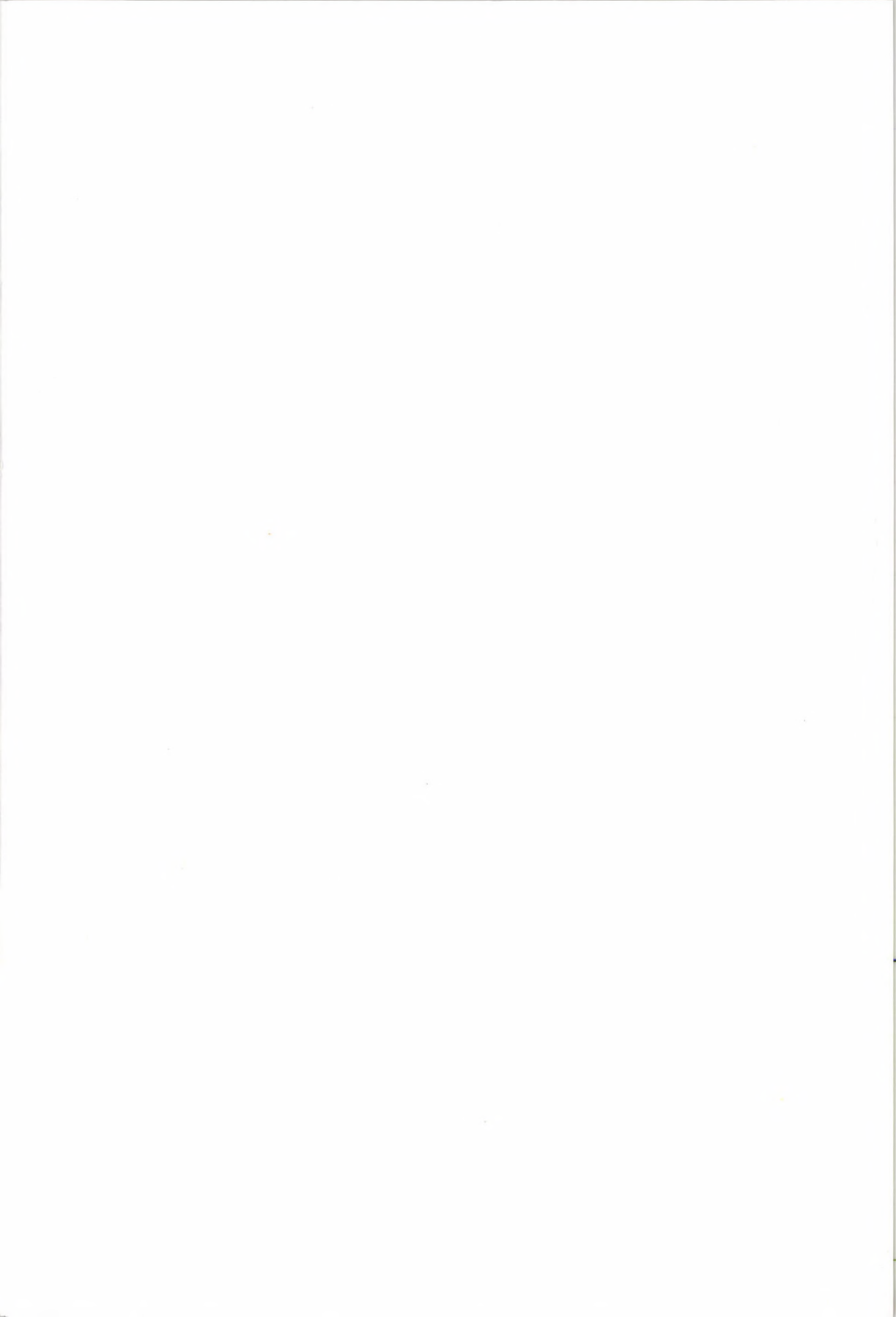
35. kép. Növénylenyomatokban dús Apostol utcai édesvízi mészkőelőfordulás 160 m tszf.-i magasságban





36. kép. A Duna III. sz. teraszára települő tavi-mocsári típusú édesvízi mészkő Kiscellen, 145–150 m tszf.-i magasságban







A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat főigazgatója  
A szerkesztésért felelős: Polyánszky Piroska — Műszaki szerkesztő: Merkly László  
Terjedelem: 11,79 (A/5) ív + 1,78 (A/5) ív műmelléklet + 1,75 (A/5) ív melléklet  
88.17295 Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat — Felelős vezető: Hazai György



*A sorozat korábbi  
köteteiből*

17.

**TOKAJ TELEPÜLÉS-  
FEJLESZTÉSÉNEK  
FÖLDRAJZI ALAPJAI**

Szerkesztette Berényi István

111 oldal, 32 ábra, 16 kép  
Füzve 24,— Ft

18.

*Góczán László*

**MEZŐGAZDASÁGI  
TERÜLETEK  
AGROÖKOGEográfIAI  
KUTATÁSA, TIPIZÁLÁSA  
ÉS ÉRTÉKELESE**

125 oldal, 12 ábra  
Füzve 36,— Ft

19.

**MATEMATIKAI  
ÉS STATISZTIKAI  
MÓDSZEREK  
ALKALMAZÁSI  
LEHETŐSÉGEI  
A TERÜLETI  
KUTATÁSOKBAN**

Szerkesztette Sikos T. Tamás

300 oldal, 36 ábra, függelékben  
9 táblázat  
Füzve 68,— Ft



**AKADÉMIAI KIADÓ  
BUDAPEST**



*Ára: 43,— Ft*

ISBN 963 05 4857 7